Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)

Interfaces entre **Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade 2**

Atena Editora

Ano 2021

Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)

Interfaces entre **Desenvolvimento**, **Meio Ambiente** e **Sustentabilidade** 2

Editora Chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Assistentes Editoriais
Natalia Oliveira
Bruno Oliveira
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto Gráfico e Diagramação
Natália Sandrini de Azevedo
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro
Imagens da Capa
Shutterstock
Edição de Arte
Luiza Alves Batista
Revisão
Os Autores

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Atena
Editora
Ano 2021

Multidisciplinar

Ano 2021

Multidisciplinar

Interfaces entre desenvolvimento, meio ambiente e sustentabilidade 2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: David Emanoel Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Maria Elanny Damasceno Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I61 Interfaces entre desenvolvimento, meio ambiente e sustentabilidade 2 / Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-857-1
DOI 10.22533/at.ed.571211503

1. Meio Ambiente. I. Silva, Maria Elanny Damasceno (Organizadora). II. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Multidisciplinar

Ano 2021

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

Prezados (as) leitores (as), é com satisfação que apresento-lhes o livro "*Interfaces entre Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade*" dividido em dois volumes contendo 21 capítulos, separadamente. Uma gama de abordagens metodológicas científicas permite a investigação e compreensão da dimensão do desenvolvimento urbano, rural, econômico, cultural, social dentre outras com relação ao meio ambiente natural e modificado.

O volume 1 inicia-se com capítulos voltados para temas educacionais e consciência ambiental no trato dos recursos naturais. Destaque para projetos universitários envolvendo a participação de comunidades e a observação panorâmica das percepções ambientais entre regiões do país. Estudantes de cursos técnicos e graduações promovem e atuam em atividades extensionistas de horticultura, paisagismo e artesanato com foco na promoção do empreendedorismo, saúde alimentar e mental em comunidades.

O saneamento básico é pauta de debate para redução de doenças em zonas de periferias. O reaproveitamento de alimentos e resíduos de produção alimentícia são as tônicas de pesquisas relativas à gestão de resíduos no meio ambiente, bem como do tratamento de efluentes industriais e domésticos para geração de biofertilizantes e compostagem.

Produzir alimentos com menor toxicidade química e contaminantes de solos e águas continua sendo um desafio, para tanto são divulgadas informações relevantes de índices de estresse hídrico, assim como estudos fenológicos de vegetação em floresta.

No volume 2 encontrarão pesquisas direcionadas à bacias hidrográficas por meio de técnicas de geoprocessamento para verificação de declividades, fragilidades ambientais e análises morfométricas. Questionamentos acerca da gestão social e políticas públicas são temas debatidos no tocante à reforma agrária, gestão ambiental em Universidades Federais e descarte de resíduos hospitalares. A qualidade da água é verificada em rios, canais e Estações de Tratamento de Águas. A modelagem matemática é aplicada em irrigação e determinação de coeficiente de carga cinética "K".

Os telhados verdes e um protótipo de sistema de potabilização de águas de cisternas são projetos de manejo de águas pluviais para retenção de alagamentos e para ingestão humana, respectivamente. Índices de custeio e distribuição de águas são verificados na intenção de reduzir custos no abastecimento público, que consequentemente reflete no preço final do consumidor. Embora haja controvérsias entre o sistema capitalista e a sustentabilidade dos recursos, são exemplificados a implementação de economias em rede e economia circular em comunidades locais para geração de renda e preservação ambiental. A zona Amazônica e litorais pesqueiros de São Paulo e Ceará são *locus* de análises socioambientais e produtivas de atividades urbanas e rurais.

Por fim, enfatizo o esforço e dedicação empregados em cada projeto científico divulgado neste livro em prol do bem social e ambiental. Em nome da Atena Editora parabenizo a todos os envolvidos e desejo uma excelente leitura dos trabalhos.

Maria Elanny Damasceno Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

DECLIVIDADE E POTENCIAL PARA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PEDERNEIRAS - PEDERNEIRAS/SP

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 11/12/2020

Yara Manfrin Garcia
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
http://lattes.cnpq.br/7061594415811929

Sérgio Campos
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
http://lattes.cnpq.br/4147899091047166

Marcelo Campos
Universidade Federal de São Carlos
http://lattes.cnpq.br/0717563036484228

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo analisar a declividade do terreno na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras, estado de São Paulo e classificá-lo quanto as áreas aptas e inaptas à mecanização agrícola. A área de estudo está localizada entre as coordenadas geográficas 22°20' e 22°26' de latitude S e 48°44' e 48°56' de longitude W Gr., situadas nos municípios de Agudos e Pederneiras, do estado de São Paulo, com uma área de 14918,28 ha. Os mapas de declividade foram elaborados por meio de técnicas de geoprocessamento, tendo-se como base cartográfica as cartas planialtimétricas do IBGE e a imagem do satélite Sentinel-2 em ambiente de Sistema de Informação Geográfica – ArcGis 10.4.1. As classes de declividade do solo classificadas, segundo a Embrapa (2013) como relevo plano (0 – 3%), suave ondulado (3 – 8%), ondulado (8 – 20%), forte ondulado (20 – 45%), montanhoso (45 – 75%) e escarpado (> 75%) e áreas para mecanização agrícola classificadas, de acordo São Paulo (2003) foram representadas por aptas (áreas mecanizáveis) e inaptas (áreas não mecanizáveis). Os resultados mostraram que o relevo plano e suavemente ondulado correspondem a quase 89% da área total da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras e que a mesma, enquadra-se em áreas aptas à mecanização com pequenas restrições.

PALAVRAS-CHAVE: Relevo, Sistemas de Informação Geográfica, Mapeamento.

DECLIVITY AND POTENTIAL FOR AGRICULTURAL MECHANIZATION OF THE STREAM PEDERNEIRAS HYDROGRAPHIC BASIN - PEDERNEIRAS/SP

ABSTRACT: This work aimed to analyze the slope of the land in the hydrographic basin of the Pederneiras stream, in the state of São Paulo and to classify it as areas suitable and unfit for agricultural mechanization. The study area is located between the geographical coordinates 22° 20' and 22° 26' of latitude S and 48° 44' and 48° 56' of longitude W Gr., Located in the municipalities of Agudos and Pederneiras, in the state of São Paulo, with an area of 14918.28 ha. Slope maps were prepared using geoprocessing techniques, based on the IBGE planialtimetric charts and the Sentinel-2 satellite image in a Geographic Information System - ArcGis 10.4.1. The classes of soil slope classified, according to Embrapa (2013) as flat relief (0 - 3%), smooth

wavy (3 - 8%), wavy (8 - 20%), strong wavy (20 - 45%), mountainous (45 - 75%) and steep (> 75%) and classified areas for agricultural mechanization, according to São Paulo (2003) were represented by apt (mechanizable areas) and unfit (non-mechanized areas). The results showed that the flat and gently undulating terrain corresponds to almost 89% of the total area of the Pederneiras river basin and that it fits into areas suitable for mechanization with small restrictions.
KEYWORDS: Relief, Geographic Information Systems, Mapping.

DECLIVIDAD Y POTENCIAL DE MECANIZACIÓN AGRÍCOLA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE RIBEIRÃO PEDERNEIRAS - PEDERNEIRAS/SP

RESUMEN: Este trabajo tuvo como objetivo analizar la pendiente del terreno en la cuenca hidrográfica del arroyo Pederneiras, en el estado de São Paulo y clasificarlo como áreas aptas y no aptas para la mecanización agrícola. El área de estudio se ubica entre las coordenadas geográficas 22° 20' y 22° 26' de latitud S y 48' y 48° 56' de longitud W Gr., Ubicado en los municipios de Agudos y Pederneiras, en el estado de São Paulo, con una superficie de 14918,28 ha. Los mapas de taludes se elaboraron mediante técnicas de geoprocesamiento, basados en las cartas planiométricas del IBGE y la imagen satelital Sentinel-2 en un Sistema de Información Geográfica - ArcGis 10.4.1. Las clases de pendiente de suelo clasificadas, según Embrapa (2013), como relieve plano (0 - 3%), ondulado suave (3 - 8%), ondulado (8 - 20%), ondulado fuerte (20 - 45%), las áreas montañosas (45 - 75%) y escarpadas (> 75%) y clasificadas para la mecanización agrícola, según São Paulo (2003), fueron representadas por aptas (áreas mecanizables) y no aptas (áreas no mecanizadas). Los resultados mostraron que el terreno llano y suavemente ondulado corresponde a casi el 89% del área total de la cuenca del río Pederneiras y que encaja en áreas aptas para la mecanización con pequeñas restricciones.
PALABRAS CLAVE: Relieve, sistemas de información geográfica, cartografía.

1 | INTRODUÇÃO

A declividade é a inclinação do relevo em relação ao plano horizontal e segundo Mueller et al., 2010, esse aspecto do terreno é uma das principais características geomorfológicas limitantes à utilização de máquinas agrícolas uma vez que está intimamente ligada às condições de tráfego, pois afeta a velocidade de deslocamento e a estabilidade das máquinas. Para Silva (2016), o fator mecanização é de suma importância para a produção agrícola atual, pois as colheitadeiras disponíveis no mercado são adaptadas para declividade de até 12% e nas últimas décadas, a mecanização da cana-de-açúcar é aplicada à colheita e ao plantio. Em São Paulo, o Decreto Estadual nº 47.700, de 11 de março de 2003, regulamentou a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e essa legislação determinou duas classes na grade de declividade que são as áreas mecanizáveis e as não mecanizáveis. As mecanizáveis possuem declividade igual ou inferior a 12%, em solos com estruturas que permitam a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana. As não mecanizáveis apresentam declividade

superior a 12%, em demais áreas com estrutura de solo que inviabilizem a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana (SÃO PAULO, 2003). Assim, este trabalho objetivou-se analisar a declividade do terreno na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras, Pederneiras, São Paulo e classificá-lo quanto as áreas aptas e não aptas à mecanização agrícola.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizada a bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras, localizada entre as coordenadas geográficas 22°20' e 22°26' de latitude S e 48°44' e 48°56' de longitude W Gr., situadas nos municípios de Agudos e Pederneiras, no estado de São Paulo, com uma área de 14918,28 ha. A base cartográfica utilizada foram as cartas planialtimétricas, editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em formato digital, na escala 1:50.000, com equidistância das curvas de nível de 20 metros, referente às folhas de Agudos (SF-22-Z-B-II-3) e de Jaú (SF-22-Z-B-II4) e, a imagem do satélite Sentinel-2, sensor *Multi Spectral Instrument*, de janeiro de 2017, com resolução espacial de 10 metros (bandas 2, 3 e 4) para atualização das informações (curvas de nível e drenagem). O processamento e edição dos dados e informações georreferenciadas foram realizados no Sistema de Informação Geográfica ArcGis 10.4.1 (licença para teste). A base cartográfica foi elaborada a partir das cartas planialtimétricas e seu georreferenciamento. Para o mapa de declividade foram usados arquivos de curvas de nível e rede de drenagem para gerar um arquivo *Triangulated Irregular Network* (TIN) por meio da ferramenta *3D Analyst*. Com o arquivo TIN e a classificação de valores de declividade utilizadas (Embrapa, 2013) e relevo foram seis classes (Quadro 1).

Classe de declividade (%)	Classe de relevo	Descrição
0 - 3	Plano	Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos.
3 - 8	Suave Ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros com declives suaves.
8 - 20	Ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por colinas e/ou outeiros, apresentando declives moderados.
20 - 45	Forte Ondulado	Superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros e raramente colinas, com declives fortes.
45 - 75	Montanhoso	Predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, e declives fortes e muito fortes.
> 75	Escarpado	Predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes e escarpamentos.

Quadro 1. Intervalo de valores para classificação do relevo (Embrapa, 2013).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de declividade da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras foi obtido em função da equidistância vertical e do espaçamento horizontal entre as curvas de nível. A classe de declividade (Tabela 1) predominante na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras mostra que o relevo suave ondulado corresponde 7034,25 ha (47,15%) da área total,e o relevo plano com 6207,92 ha (41,61%) e o relevo ondulado com 1676,11 ha (11,24%) que encontra-se no entorno da rede de drenagem (Figura 1).
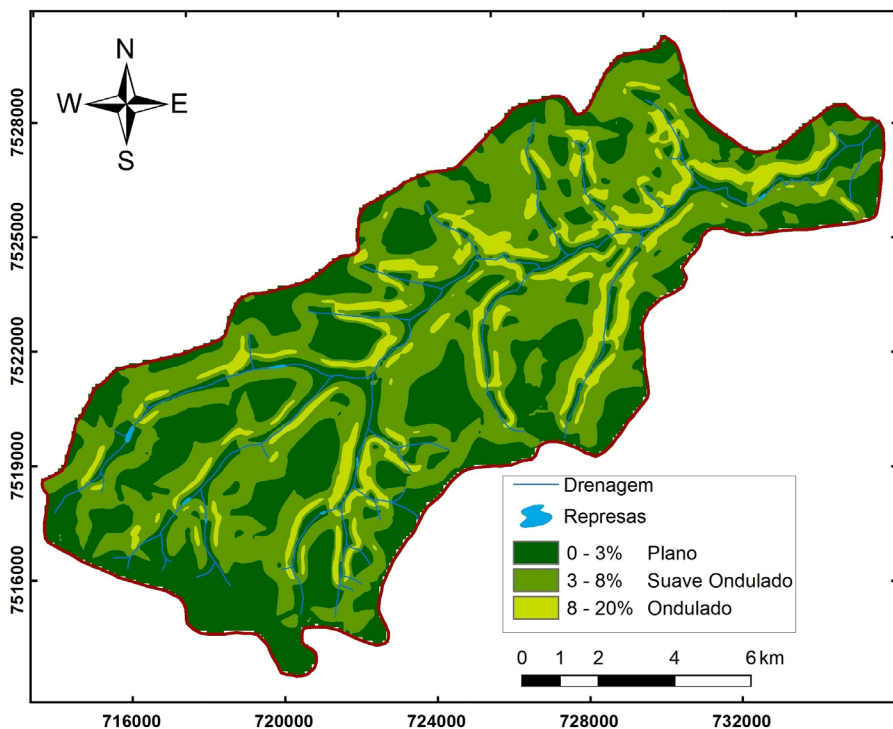
Figura 1. Mapa de declividade para mecanização agrícola.
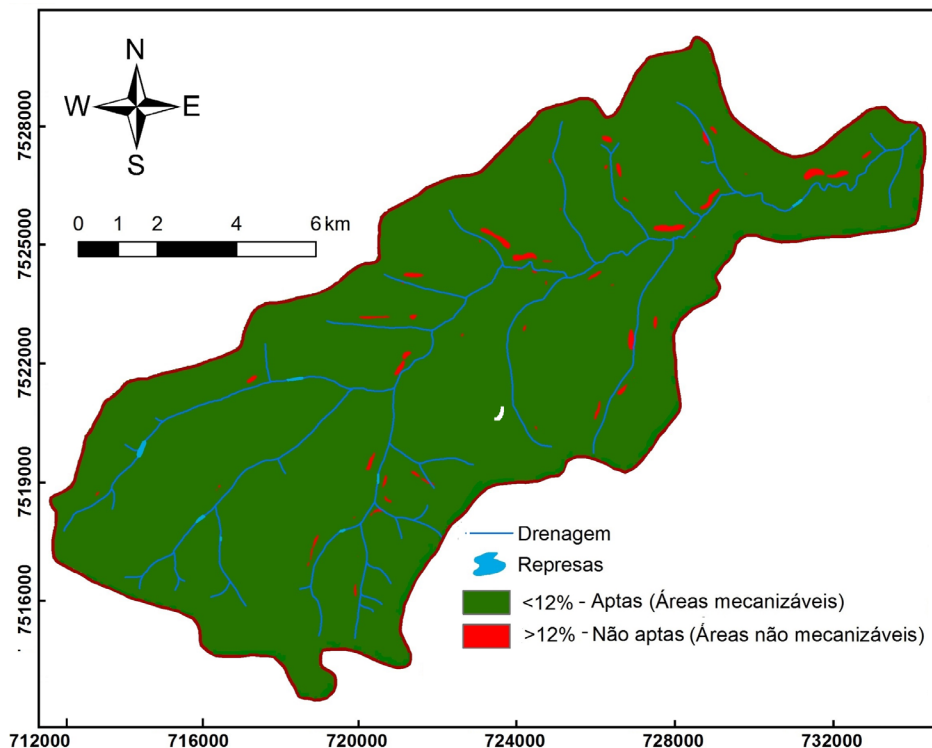
Figura 2. (A) Mapa de áreas aptas e não aptas para mecanização agrícola.

Classe de Declividade	Característica do Relevo	Área	
		ha	%
0 - 3%	Plano	6207,92	41,61
3 - 8%	Suave ondulado	7034,25	47,15
8 - 20%	Ondulado	1676,11	11,24
Total	**-**	**14918,28**	**100**

Tabela 1. Caracterização das classes de declividade da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras

A declividade é um fator preponderante na questão de mecanização de áreas agrícolas, portanto, há influência da mesma na determinação do uso de máquinas agrícolas para o desenvolvimento das culturas sendo que a declividade máxima deve estar em torno de 12%, pois acima deste limite torna-se inviável o processo da mecanização (AGROBYTE, 2009). Com isso, mapear a declividade dessas áreas é de fundamental importância para dinamizar os processos referentes à mecanização agrícola. Com base na Figura 1 (B), verifica-se que a bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras enquadra-se em áreas aptas à mecanização com pequenas restrições. Para Milan (2004), a adequação aos sistemas

mecanizados busca além da produtividade e do baixo custo, qualidade nas operações agrícolas, segurança e saúde dos funcionários, preservação do ambiente e alinhamento estratégico sendo que esta descrição relaciona-se ao desenvolvimento sustentável no qual abrange o ambiental, econômico e social.

É importante ressaltar que, segundo Garcia (2017), os solos presentes na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras são os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS, LATOSSOLOS VERMELHOS, NITOSSOLOS VERMLHOS e GLEISSOLOS. Os LATOSSOLOS predominam em 92,79% da área total. E, de acordo com Sousa e Lobato (2005), esses solos são passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento e normalmente estão situados em relevo plano a suave-ondulado, com a declividade raramente ultrapassa 7%, o que facilita a mecanização. Segundo IBGE (2015) apud Garcia (2017), os LATOSSOLOS VERMELHOS são importantíssimos pelo seu elevado potencial agrícola sendo responsáveis por grande parcela da produção agrícola nacional, podendo-se destacar a produção de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. Tal fato corrobora com o estudo de Garcia (2017) em que a cultura da cana-de-açúcar representa 42,14% da área da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras.

4 | CONCLUSÕES

Na bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras tem-se a predominância do relevo plano e relevo suave ondulado, considerada apta à mecanização agrícola, já que sua declividade é <12%.

REFERÊNCIAS

AGROBYTE. **Cana-de-açúcar (*Saccharum* híbridas)**. 2009. Disponível em: www.agrobyte.com.br/cana.htm. Acesso em: 29 abr. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2013. 306 p.

GARCIA. Y. M. **Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do ribeirão Pederneiras – Pederneiras/SP**. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2017.

MILAN, M. **Gestão sistêmica e planejamento de máquinas agrícolas**. 2004. Tese (Livre - Docência em Mecânica e Máquinas Agrícolas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MUELLER, L. et al. Assessing the productivity function of soils: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 30, p. 601-604, 2010.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº. 47.700, de 11 de março de 2003. Regulamenta a Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002, que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. **Diário Oficial do estado de São Paulo**, São Paulo, 11 de março de 2003.

SILVA, C. O. **Geoprocessamento aplicado ao zoneamento agrícola para cana-de-açúcar irrigada do estado do Piauí**. 2016, 72f. Tese (Doutorado em Agronomia – Irrigação e Drenagem). Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2016.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Latossolos**. 2005. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 29 abr. 2019.

CAPÍTULO 2

GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA OBTENÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE UMA MICROBACIA, VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 11/12/2020

Sérgio Campos
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
http://lattes.cnpq.br/4147899091047166

Felipe Souza Nogueira Tagliarini
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
http://lattes.cnpq.br/7264591365422309

Marcelo Campos
Universidade Federal de São Carlos
http://lattes.cnpq.br/0717563036484228

Letícia Duron Cury
Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva
http://lattes.cnpq.br/0718157722114224

Thyellenn Lopes de Souza
Faculdade de ciencias Agronomicas, FCA - UNESP
http://lattes.cnpq.br/1898048247976324

RESUMO: Sistemas de informação geográfica (SIG), juntamente com a técnica de análise multi-critério, permite a padronização e integração de dados, que normalmente comer de várias fontes, permitindo uma avaliação conjunta da mesma, proporcionando mais eficiência e confiabilidade no processo de tomada de decisão para promover a adequação do uso do solo. O presente estudo destinado a analisar a fragilidade ambiental no Ribeirão das Agulhas - Botucatu (SP). O uso de um Sistema de Informação Geográfica para a elaboração de mapas de fragilidade: classes de pedologia, declividade, geologia e uso e ocupação do solo. Os fatores foram integrados e interpolados, onde todos receberam as mesmas variáveis de peso na análise e a sobreposição de destes mapas geraram informações da fragilidade ambiental da microbacia. Os resultados mostraram que a classe de fragilidade ambiental média merece maior atenção, uma vez maior atenção, pois representa quase 35% da área, mostrando que mal planejada e se não forem tomadas precauções, essas áreas tendem a ser mais facilmente degradadas.
PALAVRAS-CHAVE: Microbacia, Geoprocessamento, Sistema de Informação Geofgráfica.

APPLIED GEOPROCESSING IN OBTAINING THE ENVIRONMENTAL FRAGILITY OF A WATERSHED FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

ABSTRACT: Geographic information systems (GIS), along with the multi-criteria analysis technique, allows the standardization and integration of data, which normally eat from several sources, allowing a joint evaluation of the same, providing more efficiency and reliability in the process of making Decision to promote the adequacy of land use. The present study aimed at analyzing the environmental fragility in Stream of Agulhas - Botucatu (SP). The use of a Geographic Information System for the elaboration of maps of

fragility: classes of pedology, declivity, geology and land use and occupation. The factors were integrated and interpolated, where all received the same weight variables in the analysis and the overlap of these maps generated information on the environmental fragility of the microbasin. The results showed that the average environmental fragility class deserves greater attention, once more attention is given, since it represents almost 35% of the area, showing that poorly planned and if no precautions are taken, these areas tend to be more easily degraded.
KEYWORDS: Microbasin. Geoprocessing, Geographic Information System**.**

GEOPROCESAMIENTO APLICADO EN LA OBTENCIÓN DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL DE UNA CUENCA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

RESUMEN: Los sistemas de información geográfica (SIG), junto con la técnica de análisis multicriterio, permite la estandarización e integración de datos, que normalmente se alimentan de varias fuentes, permitiendo una evaluación conjunta de los mismos, brindando mayor eficiencia y confiabilidad en el proceso de toma de decisiones. promover la adecuación del uso del suelo. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la fragilidad ambiental en Arroyo de Agulhas - Botucatu (SP). El uso de un Sistema de Información Geográfica para la elaboración de mapas de fragilidad: clases de pedología, declive, geología y uso y ocupación del suelo. Los factores fueron integrados e interpolados, donde todos recibieron las mismas variables de ponderación en el análisis y la superposición de estos mapas generó información sobre la fragilidad ambiental de la microcuenca. Los resultados mostraron que la clase de fragilidad ambiental promedio merece mayor atención, una vez que se le da más atención, ya que representa casi el 35% del área, mostrando que mal planificada y si no se toman precauciones, estas áreas tienden a degradarse más fácilmente.
PALABRAS CLAVE: Microcuenca, Geoprocesamiento, Sistema de Información Geográfica.

1 I INTRODUÇÃO

A crescente demanda dos recursos naturais e a rápida diminuição global, faz-se necessário estudos e planejamentos que maximizem a manutenção desses recursos.

Assim, surgiu a agricultura de precisão, que utilizam os mapas criados a partir de dados do sensoriamento remoto e de SIG's, havendo a necessidade de atualização constante dos registros de uso da terra, para que as tendências sejam analisadas e utilizadas de forma mais técnica, adequada e racional possível, permitindo que se possa estruturar e viabilizar um planejamento e a implementação de uma política agrícola adequada como necessidade de se ter informações confiáveis e atualizadas referentes ao uso e ocupação da terra atual.

A utilização de técnicas de geoprocessamento analisar ambientalmente de forma a entender como essas alterações se comportam no espaço, sendo um dos pontos mais fortes como estudo do ambiente local (PIRES et al., 2012).

Esse trabalho teve como objetivo identificar e avaliar a fragilidade ambiental da microbacia do Ribeirão das Agulhas - Botucatu (SP), conforme proposta de Ross (1994), a fim de ter um planejamento de uso futuro menos impactante.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na microbacia do Ribeirão das Agulhas - Botucatu (SP), por ser uma área muito importante e representativa do município onde a paisagem sofreu uma nítida transformação, situada entre as coordenadas geográficas: 22º 47' 05" a 22º 51' 55" de latitude S e 48º 28' 10" a 48º 30' 04" de longitude W Gr., abrangendo uma área de 1357,29ha.

Para a análise da imagem de satélite de 2015 utilizou-se o software IDRISI Selva juntamente com as imagens de satélite digital, bandas 3,4 e 5 do Sensor TM do LANDSAT 5, da órbita 220, ponto 56, quadrante A e passagem de 2015.

Os solos ocorrentes na área foram: Neossolo Litólico eutrófico (RLe), Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd), Latossolo Vermelho - Amarelo distrófico (LVAd) e Gleissolo Háplico Tb (GXbd), segundo Piroli 20002.

Os pontos de controles para o georreferenciamento e de máxima altitude para digitalização do limite da microbacia tiveram como base cartográfica a Carta Planialtimétrica de Botucatu, editada pelo IBGE (1969), em escala 1:50000, com distância vertical entre curvas de 20 m. A conversão dos dados vetoriais em imagem raster e o seu processamento foi realizada com auxílio do SIG - Idrisi Selva, bem como a determinação do mapa de declividade da microbacia.

O contorno da área da microbacia foi realizado manualmente na Carta Planialtimétrica (IBGE, 1969), segundo os pontos mais elevados de altitude que delimitam a área, tendo-se como base a definição de Rocha (1991).

A partir do mapa de solos de Botucatu foi feita a scannerização da área referente à microbacia, sendo importado para o software Idrisi Selva pelo módulo *File/Import* num formato passível de entrada, sendo posteriormente georreferenciado.

As diferentes classes de solo foram digitalizadas e, posteriormente, foram indicados os nomes de cada área, associados aos seus respectivos identificadores. As áreas e as porcentagens de cada classe de solo foram determinadas através do comando *Area* do menu *Database Query* pertencente ao módulo *Analysis*.

As classes de declive foram obtidas através da digitalização e identificação das curvas conforme os valores de suas altitudes pelo Software Idrisi Selva, para realização da interpolação das curvas de nível, pelo módulo *TIN interpolation.* Em seguida, fez-se o cálculo de declives no módulo *surface* e finalmente usando-se o módulo de reclassificação de valores, *reclass*, os valores interpolados foram agrupados nos intervalos de classes de declividade de 0-0-6, 6-12, 12-20, 20-30 e >30%. O mapa de declividade foi executado a partir do modelo digital de elevação segundo as classes de declive utilizadas para conservação do solo preconizadas pela Soil Survey Staff (1975).

Através do *SIG IDRISI Selva* foi elaborada uma composição colorida com a combinação das bandas 3, 4 e 5, obtida a partir da imagem de satélite digital, bandas 3,

4 e 5 do sensor *Thematic Mapper* do LANDSAT – 5, da órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagem de 2015, escala 1:50000, pois esta apresenta uma boa discriminação visual dos alvos, possibilitando a identificação dos padrões de uso da terra de maneira lógica.

Esta composição apresenta os corpos d'água em tons azulados, as florestas e outras formas de vegetações em tons esverdeados e os solos expostos em tons avermelhados. A seguir, foi realizado o georreferenciamento da composição, utilizando-se para isso do módulo *Reformat/Resample do SIG – IDRISI Selva*, sendo os pontos de controle obtidos nas cartas planialtimétricas, utilizando o sistema de coordenadas planas, projeção UTM, datum Córrego Alegre, bem como dois arquivos de pontos de controle, sendo o primeiro da imagem digital e o outro das cartas. Foram determinadas as coordenadas de cada ponto e com estes dados foi feito um arquivo de correspondência, através do comando *Edit* do menu *Database Query,* presente no módulo *Analysis.* Após o georreferenciamento, foi feito o corte, extraindo-se apenas a área de estudo da microbacia. A classificação supervisionada foi realizada, buscando diferenciar os alvos com radiâncias semelhantes. .

Na elaboração do mapa de uso do solo, as áreas foram determinadas com o auxílio do *software SIG – IDRISI Selva,* utilizando-se do comando *Area* do menu *Database Query*, pertencente ao módulo *Analysis*, sendo posteriormente determinadas as porcentagens de cada classe.

Para a elaboração do mapa de Fragilidade Ambiental foram agrupados os mapas de pedologia, declividade, geologia e uso e ocupação dos solos, seguindo as recomendações propostas por Ross (1994). A hierarquia das classes de fragilidade e peso indicando nível de risco estabelece as classes: Muito Baixa (1), Baixa (2), Moderada (3), Alta (4) e Muito Alta (5).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fragilidade do ambiente natural e não natural a partir da inter-relação dos elementos da paisagem, como a pedologia, geologia, declividade e uso e ocupação da terra associada a análise multicritérios permite determinar a fragilidade ambiental segundo classes hierárquicas, pois os fatores físicos são os principais constituintes de uma microbacia e para compreender a dinâmica desta, faz-se necessário compará-los e correlacioná-los obtendo, de forma adaptada, a fragilidade potencial ambiental da referida área de estudo.

Os solos (Tabela 1) de textura arenosa (Piroli, 2002), RLe e PVAd1 abrangendo 438,62ha (32,32%), são solos que apresentam estruturas frágeis e são susceptíveis a erosão, além de possuírem baixa fertilidade natural, para estes solos a probabilidade de erosão aumenta com a diminuição de sua cobertura vegetal.

O solo hidromórfico, representado pelo GXbd, que está presente em cerca de 709,93ha (52,3%) de área da microbacia, é encontrado em baixadas e no entorno de cursos d'água, geralmente em áreas encharcadas, apresentando baixa fertilidade.

A classe de declive de 0 a 6% com 237,27ha (17,48%) classificadas como relevo plano e suavemente ondulado por Chiarini e Donzeli (1973) e por Lepsch et al. (2001) como áreas destinadas para o plantio de culturas anuais com o uso de práticas simples de conservação do solo, uma vez que o próprio plantio em nível da cultura já controla o processo erosivo do solo.

As áreas com declividade de 6 a 12 % com 554,89ha (40,84%), relevo ondulado, foram as mais significativas, são indicadas para o plantio de culturas anuais com o uso de práticas complexas de conservação do solo, de acordo com Lepsch et al. (2001).

O relevo forte ondulado (12 a 20%), indicado para culturas permanentes, as quais exigem uma menor mobilização do solo, propiciando menores riscos de erosão como as culturas de café, cana-de-açúcar, pastagens, etc., conforme Lepsch et la. (2001) predominaram em 26,71% (362,57ha).

Apenas 141,95ha (10,46%) apresentaram relevo acidentado (Chiarini e Donzelli, 1973), ou seja, com declividade de a 20 a 30%, podendo ser utilizado para o desenvolvimento da pecuária e silvicultura, ou ainda, destinam-se à preservação ambiental, evitando-se dessa maneira a erosão do solo (Lepsch et al., 2001).

O uso e ocupação do solo na microbacia está associado principalmente com pastagem que vem abrangendo 712,92ha (52,53%). Essa classe de uso do solo por pastagem são mal utilizadas pelo produtor rural para produção de bovino de corte. Estas requerem um cuidado especial no manejo do solo, visando minimizar os impactos positivos e maximinizar os positivos referentes às classe de ocupação do solo. Assim, as práticas conservacionistas são de fundamental importância na contenção dos processos erosivos de degradação da qualidade da terá (ROSS, 1994).

A microbacia é composta geologicamente por rochas de Depósitos Aluvionários e Terciários e Formação Pirambóia, sendo que os Depósitos Terciários abrangem mais de 80% da área, enquanto que a Formação Pirambóia situada nas partes mais baixas com 304,82 ha (16,04%), segundo Crepani et al., (2001) é constituída principalmente por arenitos.

A fragilidade ambiental da microbacia (Figura 1 e Tabela 1) classificada como moderada vem predominando numa área de 474,65ha (34,97%), pois grande parte desta é composta por relevo forte ondulado, por Latossolo Vermelho Amarelo distrófico que possui fragilidade média devido as suas características físicas; além do uso do solo por pastagem que possui fragilidade moderada.
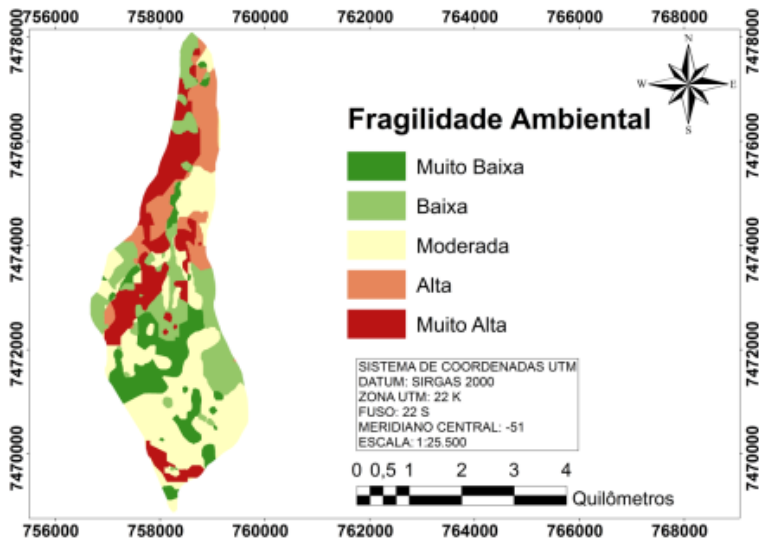
Figura 1. Fragilidade ambiental da microbacia do Ribeirão das Agulhas - Botucatu (SP).

Classes de fragilidadde	Área (ha)	Área (%)	Pesos
Muito Baixa	200,18	14,75	1
Baixa	267,86	19,73	2
Média	474,65	34,97	3
Alta	168,26	12,40	4
Muito Alta	246,34	18,15	5
Total	**1357,29**	**100**	

Tabela 1. Fragilidade ambiental da microbacia do Ribeirão das Agulhas - Botucatu (SP).

4 I CONCLUSÃO

A microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP) apresentou fragilidade ambiental moderada, pois por ser uma classe que classe composta principalmente de relevo forte ondulado, de Latosssolo, por pastagem e geologicamente por rochas de Formação Marília, portanto merece uma maior atenção, pois representa quase 35% da área, mostrando que mal planejada e se não forem tomadas precauções, essas áreas tendem a ser mais facilmente degradadas.

REFERÊNCIAS

CHIARINI, J.J., DONZELLI, P.L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Agronômico**, Campinas, n.3, p.1-29, 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica**: folha de Botucatu (SF-22-R-IV-8) Serviço gráfico do IBGE, 1969. Escala 1:50.000.

PIRES, E. V. R.; SILVA, R. A.; IZIPPATO, F. J; MIRANDOLA, P. H. Geoprocessamento Aplicado a Análise do Uso e Ocupação da Terra para Fins de Planejamento Ambiental na Bacia do Córrego Prata – Três Lagoas (MS). **Revista Geonorte**, v.2, n.4, p.1528–1538, 2012.

PIROLI, E.. **Geoprocessamento na determinação da capacidade e avaliação do uso da terra do município de Botucatu, SP**. Botucatu, 2002. 108 p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

LEPSCH, J.F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2001.175p.

ROCHA, J.S. M. da. 1991. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. ed. UFSM, Santa Maria, RS. 181p.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 63-74, 1994.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpretating soil survey**. USDA, Washington, D.C., 1975. 930p.

CAPÍTULO 3

GIS APLICADO NA ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UMA MICROBACIA, VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 12/12/2020

Sérgio Campos
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
http://lattes.cnpq.br/4147899091047166

Ana Paola Salas Gomes Di Toro
Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP
http://lattes.cnpq.br/3421336107485656

Marcelo Campos
Universidade Federal de São Carlos
http://lattes.cnpq.br/0717563036484228

Bruno Timóteo Rodrigues
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
http://lattes.cnpq.br/0356327976237053

Gabriel Rondina Pupo da Silveira
Centro Universitário Sudoeste Paulista

Daniela Polizeli Traficante
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
http://lattes.cnpq.br/4782298395269590

Fábio Villar da Silva
Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu
http://lattes.cnpq.br/8887419877327320

Mikael Timóteo Rodrigues
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
http://lattes.cnpq.br/3136352759870041

RESUMO: A morfometria da microbacia e a caracterização da zona ripária são importantes ferramentas de diagnóstico da susceptibilidade à degradação ambiental, pois os resultados norteiam o manejo e a implementação de medidas mitigadoras para a conservação dos recursos naturais. O trabalho objetivou a realização do estudo morfométrico do Ribeirão das Agulhas, Botucatu - SP, visando a conservação dos recursos naturais, através de geotecnologias e do Sistema de Informações Geográficas Idrisi Selva em futuras contribuições no processo de gestão ambiental e na tomada de decisões por parte dos Administradores Públicos. A microbacia apresenta uma área de 1445ha e está localizada entre os paralelos 22º 47' 05" a 22º 51' 55" de latitude S e 48º 28' 10" a 48º 30' 04" de longitude W Gr. A base cartográfica utilizada foi a carta planialtimétrica de Botucatu (SP), em escala 1:50.000, na determinação da hidrografia para cálculo dos índices morfométricos. Os resultados mostram que os baixos valores da Dd, associados à presença de rochas permeáveis, facilitam a infiltração da água no solo, diminuindo o escoamento superficial e o risco de erosão e da degradação ambiental, bem como o baixo valor do Ff amparado pelo Kc indica que a microbacia tende a ser mais alongada com menor susceptibilidade à ocorrência de enchentes mais acentuadas.

PALAVRAS-CHAVES: Geoprocessamento, hidrografia, parâmetros.

GIS APPLIED IN THE MORPHOMETRIC ANALYSIS OF A MICRO-BASIN, AIMING AT THE CONSERVATION OF NATURAL RESOURCES

ABSTRACT: The morphometry of the watershed and the characterization of the riparian zone are important tools for diagnosing susceptibility to environmental degradation, as the results guide the management and implementation of mitigating measures for the conservation of natural resources. The work aimed to carry out the morphometric study of Stream das Agulhas, Botucatu - SP, aiming at the conservation of natural resources, through geotechnologies and the Geographic Information System Idrisi Selva in future contributions in the process of environmental management and in decision making by of Public Administrators. The watershed has an area of 1445ha and is located between the parallels 22º 47' 05" to 22º 51' 55" in latitude S and 48º 28' 10" to 48º 30' 04" in longitude W Gr. The cartographic base used was the Botialatu planialtimetric chart (SP), on a 1: 50,000 scale, in determining the hydrography for calculating the morphometric indices.The results show that the low Dd values, associated with the presence of permeable rocks, facilitate the infiltration of water in the soil, reducing the runoff and the risk of erosion and environmental degradation, as well as the low value of Ff supported by Kc, indicates that the microbasin tends to be more elongated with less susceptibility to the occurrence of more severe floods.
KEYWORDS: Geoprocessing, hydrography, parameters.

GIS APLICADO EN EL ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE UNA MICROCUENCA, CON EL OBJETIVO DE CONSERVAR LOS RECURSOS NATURALES

RESUMEN: La morfometría de la cuenca y la caracterización de la zona ribereña son herramientas importantes para el diagnóstico de susceptibilidad a la degradación ambiental, ya que los resultados orientan el manejo e implementación de medidas de mitigación para la conservación de los recursos naturales. El estudio tuvo como objetivo el estudio morfométrico del Arroyo Agulhas, Botucatu - SP, con el objetivo de la conservación de los recursos naturales a través del Sistema de Información Geo y Geográfica Idrisi Selva en futuras aportaciones en el proceso de gestión ambiental y en la participación en las decisiones de los Administradores Públicos. un área de 1445ha y se ubica entre los paralelos 22º 47' 05 " a 22º 51' 55" S de latitud y 48º 28' 10" a 48º 30' 04" W de longitud Gr. El mapa base utilizado fue el diagrama planiométrico de Botucatu (SP), en 1: 50.000, en la determinación del hidrograma para el cálculo de índices morfométricos los resultados muestran que valores bajos de Dd asociados a la presencia de rocas permeables, facilitan la infiltración de agua en el suelo, reduciendo la escorrentía y el riesgo de erosión y degradación ambiental, así como el bajo valor de Ff respaldado por Kc, indican que la cuenca tiende a ser más alargada con menos susceptibilidad a inundaciones más pronunciada.
PALABRAS CLAVE: GIS, hidrografía, parámetros.

1 | INTRODUÇÃO

O estudo morfométrico das microbacias auxilia na compreensão do comportamento do escoamento superficial das águas e sua contribuição para a manutenção da bacia

principal, favorecendo o planejamento de manejo e elaboração de projetos que impactam diretamente na mesma.

O conhecimento das características físicas das microbacias é importante para entender seu ciclo hidrológico, que influencia diretamente nos aspectos relacionados com a infiltração, a evapotranspiração e o escoamento superficial e subsuperficial (RODRIGUES et al., 2008), bem como a formulação de medidas de manejo do deflúvio para controle de desastres naturais, favorecidos ou não pela intervenção antrópica.

A morfometria é uma ferramenta fundamental no diagnóstico de susceptibilidade a degradação ambiental, delimitação da zona ripária, planejamento e manejo de microbacias (MOREIRA e RODRIGUES, 2010), pois a sua caracterização permite descrever a formação geomorfológica da paisagem em sua variação topográfica, bem como possui um papel significativo no condicionamento de respostas ligadas à erosão hídrica, gerado após eventos pluviométricos relevantes.

O presente trabalho teve como objetivo a caracterização morfométrica da microbacia do Ribeirão das Agulhas - Botucatu (SP), visando o conhecimento, aprendizado e compreensão dessas características.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia do ribeirão das Agulhas, situada no município de Botucatu, possui uma área de 1445ha. Sua situação geográfica é definida pelas coordenadas: Latitude 22º 47' 05" a 22º 51' 55" S e Longitudes 48º 28' 10" a 48º 30' 04" WGr (Figura 1).
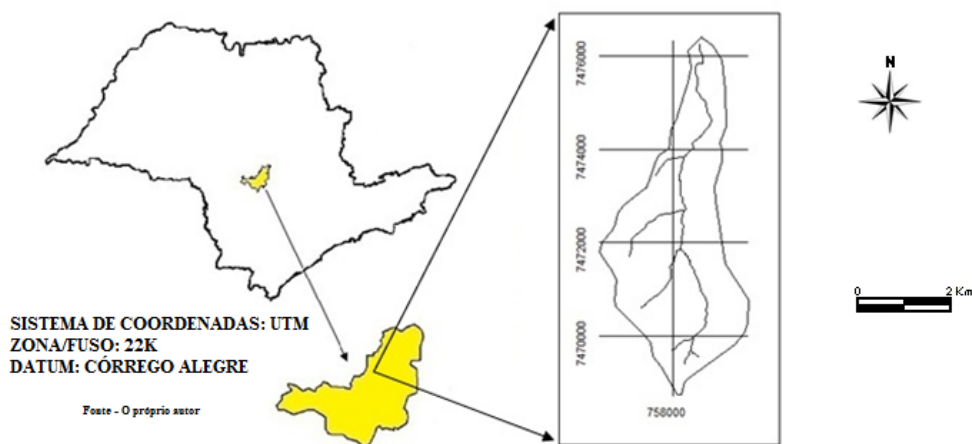
Figura 1. Localização da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

Na caracterização morfométrica da área foi utilizada a carta planialtimétrica do IBGE (1973), em escala 1:50.000, folha Botucatu, com curvas de nível de 20 em 20 metros, para extração da rede de drenagem (Figura 2) e da planialtimetria Figura 3) e o Sistema de Informações Geográficas Idrisis Selva para escaneamento das unidades de solo e rede de drenagem, sendo desta forma, a informação analógica convertida para digital.
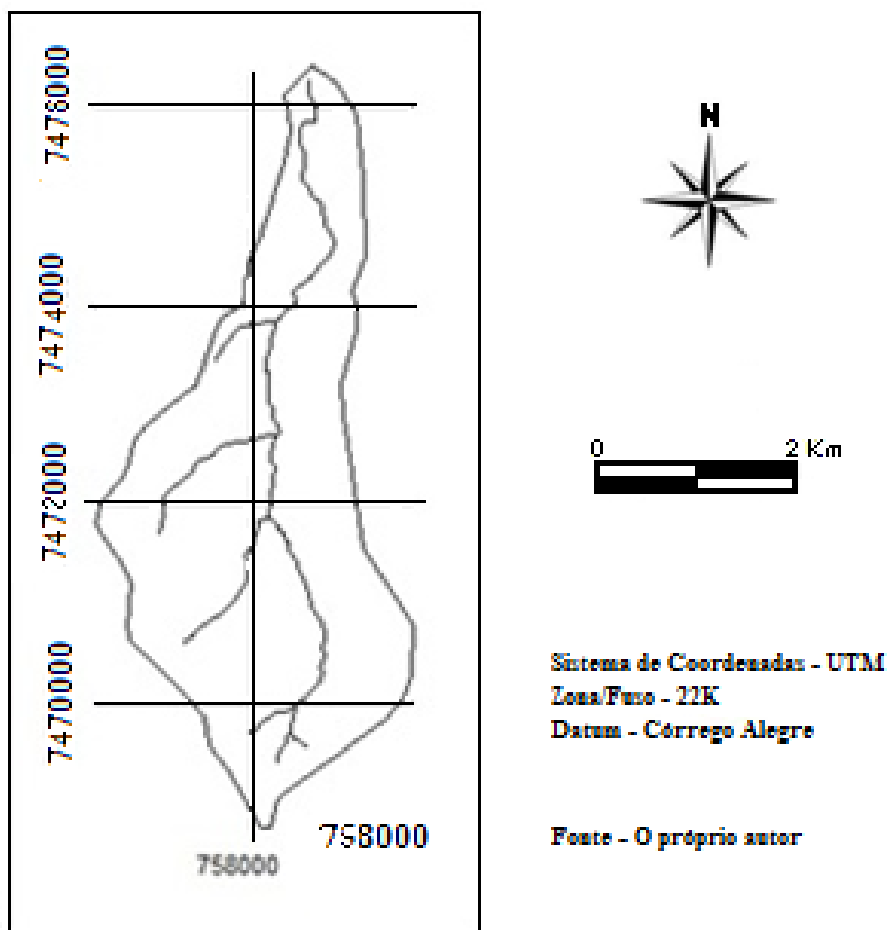
Figura 2. Rede de drenagem da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

Após a delimitação da área da bacia obteve-se as características dimensionais da rede de drenagem, que são parâmetros quantitativos que permitem eliminar a subjetividade na sua caracterização. Na determinação desses parâmetros foi seguida a metodologia citada por Oliveira e Ferreira (2001) no cálculo do maior comprimento (C), do comprimento do curso principal (CP), do comprimento total da rede (CR), do perímetro (P) e da área (A), as quais foram obtidas através do *software S*istema de Informações Geográficas Idrisi

Selva utilizado para manipulação, tratamento e análise dos dados gerados como as curvas de nível e a rede de drenagem da microbacia.

Na caracterização da composição e padrão de drenagem foram analisados os seguintes parâmetros: a densidade de drenagem (Dd), a extensão do percurso superficial (Eps), a extensão média do escoamento superficial (l), a textura da topografia (Tt), o coeficiente de manutenção (Cm), a rugosidade topográfica (Rt) e o índice de forma (K) foram determinados a partir da metodologia desenvolvida por Christofoletti (1969), bem como, o fator de forma (Kf), segundo Almeida (2007).
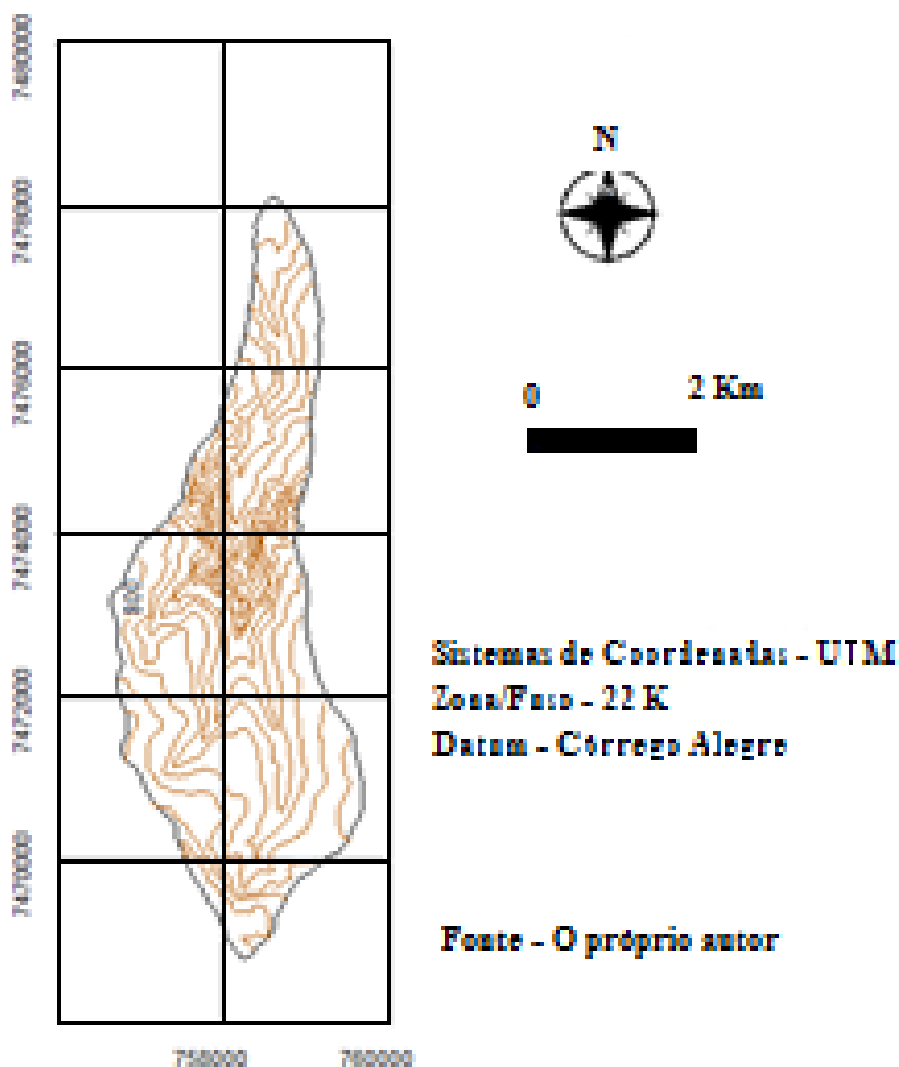
Figura 2. Planialtimetria da microbacia do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP).

A densidade hidrográfica é a relação existente entre o número de rios ou canais e a área da bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1969), sendo expressa pela equação: $Dh = N.A^{-1}$, onde: Dh - Densidade hidrográfica em km^{-2}, N - Número total de rios e A - Àrea da bacia hidrográfica em km^2.

A declividade média foi obtida a partir da fórmula abaixo e classificada segundo Lepsch et al., 2001: H = (D.L) 100/A, onde: H - Declividade média em %, D - Distância entre as curvas de nível em m, L - Comprimento total das curvas de nível em m e A - Área da microbacia em m^2.

O coeficiente de rugosidade (CR = Dd.H, onde: CR = coeficiente de rugosidade; Dd = densidade de drenagem e H = declividade média), por ser um parâmetro que direciona o uso potencial das terras rurais, dependendo das características das atividades – agricultura, pecuária, silvicultura com reflorestamento ou preservação permanente, foi usado para definir as classes de uso da terra das cinco microbacias hidrográficas da bacia do rio Soledade, que são: A (menor valor de CR) – terras apropriadas à agricultura; B – terras apropriadas à pecuária; C – terras apropriadas à pecuária e reflorestamento e D (maior valor de CR) – terras apropriadas para florestas e reflorestamento (ROCHA e SILVA, 2001).

A densidade de drenagem é a correlação do comprimento total dos rios com a área da bacia, sendo obtida a partir da fórmula (Silva et al., 2004): $Dd= L.A^{-1}$, onde: Dd - Densidade de drenagem em km/km^2, L - Comprimento total dos rios ou canais em km e A - Área da bacia em km^2.

O índice de circularidade, também denominado por alguns autores como índice de forma, representa a relação existente entre o perímetro e a área da bacia. O número calculado independe da área considerada, dependendo apenas da forma da bacia (SILVA et al., 2004). O menor valor possível a ser encontrado é 1,0, correspondendo a uma bacia circular (GANDOLFI, 1971). Esse parâmetro influencia a determinação da vazão e a intensidade de escoamento (SILVA et al., 2004). O índice de circularidade foi determinado pela equação: $TC=12,57.P^2$*, onde:* K - Índice de circularidade; P - Perímetro da bacia em km e A - Área da bacia em km^2.

O coeficiente de compacidade é a relação entre o perímetro da microbacia e o perímetro de uma circunferência de um círculo de área igual da microbacia, que de acordo com Villela e Mattos (1975) é um número adimensional que varia com a forma da microbacia, independentemente de seu tamanho. Se a bacia for irregular, maior será o coeficiente de compacidade e menos sujeita à enchentes, sendo: Kc = 1 – 1,25 (redondas para ovaladas); 1,25 – 1,50 (ovaladas); 1,50 – 1,70 (oblongas).

Na determinação do Kc utilizou-se da fórmula: $Kc = 0,28\ (P:A^{1/2})$, onde: Kc - Coeficiente de compacidade, P - Perímetro em metros e A - Área de drenagem em m^2.

A forma de uma microbacia pode ser comparada conforme algumas figuras geométricas conhecidas. Assim, o coeficiente de compacidade, o índice de circularidade compara a microbacia a um círculo e o fator de forma a compara a um retângulo. A forma

da microbacia e a configuração do sistema de drenagem, estão associadas a estrutura geológica do terreno. O fator de forma (Ff) pode ser determinado pela seguinte equação: $Ff = A/L^2$, onde: Ff - Fator de forma, A - A área de drenagem em m^2 e L - O comprimento do eixo da bacia em m.

A razão de relevo é a relação entre a diferença de altitude dos pontos extremos da bacia e seu comprimento (SCHUMM, 1956), que segundo Carvalho (1980) demonstra que, quanto maiores os valores, mais acidentado será o relevo na região. Quanto maior a razão de relevo, maior será a declividade geral da bacia, portanto maior será a velocidade da água a escoar no sentido de seu maior comprimento. Piedade (1981) utilizou os seguintes valores para quantificar a razão de relevo: Razão de relevo baixa - 0,00 a 0,10; média - 0,11 a 0,30 e alta - 0,31 a 0,60.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados obtidos para a microbacia do Ribeirão das Agulhas (Tabela 1) mostra que a área é de 14,45ha, o perímetro de 25,65km e o fluxo de água se dá na direção N-S da microbacia, com um comprimento de 22,54km. O comprimento total da rede de drenagem é de 36,97km, demonstra que a microbacia apresenta-se com poucos canais de drenagem.

Características físicas	Unidades	Resultados
Parâmetros dimensionais da microbacia		
Área (A)	Km^2	14,45
Perímetro (P)	Km	25,65
Comprimento do Rio Principal (C)	Km	22,54
Comprimento da rede de drenagem total (Cr)	Km	36,97
Comprimento axial	Km	18,91
Comprimento das curvas de nível (Cn)	Km	251,25
Características do relevo		
Coeficiente de compacidade (Kc)	---	1,89
Fator forma (Ff)	---	0,25
Índice de circularidade (Ic)	---	0,28
Declividade média (D)	%	34,78
Altitude média (Hm)	M	670
Maior altitude (MA)	M	860
Menor altitude (mA)	M	480
Amplitude altimétrica (H)	M	380
Coeficiente de Rugosidade (CR)	---	0,89
Padrões de drenagem da microbacia		

Ordem da microbacia (W)	---	2ª
Densidade de drenagem (Dd)	(km/km²)	2,56
Coeficiente de Manutenção (Cm)	(m/m²)	1,66
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	m	195,31
Gradiente de Canais (Gc)	%	45,47
Índice de Sinuosidade (Is)	-	1,19
Frequencia de Rios (Fr)	-	0,76
Razão de Relevo	Km/km	38,45
Coeficiente de Manutenção	Km/Km²	390,63

Tabela 1. Características morfométricas da microbacia Ribeirão das Agulhas, Botucatu-SP.

A forma é um parâmetro importante na determinação do tempo de concentração, pois determina o tempo necessário para que toda a mcirobacia contribua na saída da água após uma precipitação, uma vez que quanto maior o tempo de concentração menor será a vazão máxima de enchentes. O baixo valor do fator de forma (0,25) obtido para o ribeirão das Agulhas indica que a microbacia tem o formato mais ovalado.

O coeficiente de compacidade maior do que 1 (1,89) e o fator de forma baixo (0,25) permitiram afirmar que a microbacia, em condições normais de precipitação, é pouco susceptível a enchentes. Portanto, os resultados mostram que a microbacia não possui formato circular, tendendo para a forma alongada, elíptica e apresenta menor risco de enchentes sazonais, bem como o valor do índice de circularidade de 0,28 permitiu confirmar também que a microbacia não possui forma próxima à circular, isto é, apresenta forma alongada.

Os baixos valores de Dd e da razão de relevo, provavelmente, estão associados à presença de rochas permeáveis (Tonello et al., 2006), pois facilita a infiltração da água no solo diminuindo o escoamento superficial e o risco de erosão e degradação ambiental, pois quanto maiores esses valores mais intenso é o processo de erosividade do solo (RODRIGUES et al., 2008).

A densidade de drenagem de 2,56km/km², segundo Christofoletti (1969) é baixa, pois o valor é menor que 7,5km/km², enquanto que para Villela e Mattos (1975), esse índice pode variar de 0,5km/km², em microbacias com drenagem pobre, 3,5km/km² ou mais, em microbacias excepcionalmente bem drenadas, indicando que a microbacia apresenta baixa drenagem, indicando que estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação.

A sinuosidade (1,19) é um dos fatores controladores da velocidade de escoamento do canal, pois quanto mais próximo da unidade, demonstra que o rio segue exatamente a linha do talvegue, ou seja, apresenta-se com baixo grau de sinuosidade.

O valor da extensão do percurso superficial e do coeficiente de manutenção confirma a presença de solos permeáveis na microbacia.

A declividade média na microbacia, da ordem de 34,78 permitiu classificá-la (CHIARINI e DONZELI, 1973) como relevo Montanhoso, sendo impróprio para o cultivo de culturas anuais e indicado para a o uso de pastagens em eventual rotação com culturas anuais, podendo ser também exploradas com culturas permanentes que protegem o solo (café, laranja, cana-de-açúcar, leguminosas como forma de adubação verde, etc.), pois são terras sujeitas à erosão e a prática da conservação do solo é imprescindível (LEPSCH et al., 2001).

O coeficiente de rugosidade (0,89) é utilizado para diagnosticar as probabilidades de vir a ocorrer erosões, permitiu classificar a microbacia para vocação com uso por agricultura (Classe A), segundo Rocha (1991), uma vez que os altos valores do coeficiente de rugosidade mostram que estas têm maiores chances de sofrer os efeitos da erosão, necessitando de medidas para prevenção e maior taxa de áreas cobertas pela vegetação.

4 I CONCLUSÕES

Os resultados permitiram concluir que as variáveis morfométricas servirão para futuros planejamentos e gestões ambientais regionais. A microbacia apresenta altos riscos de susceptibilidade à erosão e degradação ambiental, sendo fundamental a manutenção da cobertura vegetal e as zonas ripárias para conservação dos serviços ambientais. O fator de forma e a densidade de drenagem, classificado como baixo, permitindo inferir que o substrato tem permeabilidade alta com maior infiltração e menor escoamento da água. O Sistema de Informações Geográficas Idrisi Selva foi uma excelente ferramenta para a viabilização do monitoramento e gestão dos recursos hídricos da microbacia. O coeficiente de rugosidade permitiu classificá-la para vocação com uso por Agricultura (**Classe A**), pois altos valores mostram que estas têm maiores chances de sofrer os efeitos da erosão, necessitando de medidas para prevenção e proteção com cobertura vegetal.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.Q. de. **Influência do desmatamento na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Córrego do Galo, Domingos Martins, ES**. 2007. 80 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo.

CARVALHO, W.A. **Relações entre relevos e solos da bacia do rio Capivara - município de Botucatu, SP. 1981**. 193 p. Tese (Livre-Docência) – Universidade Estadual Paulista.

CHIARINI, J.J., DONZELLI, P.L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. **Bol.Tec.Inst.Agron.**, Campinas, n.3, p.1-29, 1973.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfometrica das bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfologia**, Campinas, v.09, n.18, p.35-64, 1969.

GANDOLFI, P.A. **Investigações sedimentológicas, morfométricas e físio-químicas nas bacias do Moji-Guaçu, do Ribeira e do Peixe**. 1971.Tese (Livre Docência). Universidade de São Paulo.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cartas do Brasil**. Superintendência de Cartografia do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral do Brasil. Folha de Botucatu, 1973.

LEPSCH, J.F. et al. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas, **Soc.Bras.Cien.do Solo**, 2001.175p.

MOREIRA, L., RODRIGUES, V.A. Análise morfométrica da microbacia da Fazenda Edgárdia – Botucatu (SP). .**Eletr.Eng.Florestal**. Garça, v.16, n.01, p.9-21, 2010.

OLIVEIRA, A., FERREIRA, E. Caracterização de sub-bacias hidrográficas. Lavras: UFLA/FAEPE, 64p. **Geografia Física** v.03, n.01, p.112-122, 2001.

PIEDADE, G.C.R. **Evolução de voçorocas em bacias hidrográficas do município de Botucatu, SP**. 1980. 161P. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista.

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Santa Maria: Edições UFSM, 1991. 181 p.

ROCHA, J. S. M., SILVA, S.M.J.M. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Santa Maria: UFSM, 2001. 302p.

RODRIGUES, F.M.; PISSARRA, T.C.T.; CAMPOS, Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica Córrego da Fazenda Glória, Município de Taquaritinga. **Irriga**, Botucatu, v.13, n.03, p. 310-322, 2008.

SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and sloes in bedlands at Perth Amboy. New Jersey. **Bull. Geol. Soc. Am.**, Colorado, v.67, p.597-646, 1956.

SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; BARBOSA, C.P. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias hidrográficas**. São Carlos : RiMa. 141p. 2004.

TONELLO, K.C. DIAS, H. C. T., SOUZA, A. L. de., RIBEIRO, C.A. A.S. R., LEITE, F.P. Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG. R. **Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.05, p.849-857, 2006.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

CAPÍTULO 4

PERSPECTIVA DE ANÁLISE PARA A (RE) PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO SUSTENTÁVEL

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 07/12/2020

Cristiana Paula Vinhal
Mestranda do PPG em Ambiente e Sociedade - PPGAS, Universidade Estadual de Goiás, Campus Morrinhos – GO
http://lattes.cnpq.br/9807695019368944
https://orcid.org/0000-0001-5322-3679

Letícia Cristina Alves de Sousa
Mestranda do PPG em Ambiente e Sociedade - PPGAS, Universidade Estadual de Goiás, Campus Morrinhos – GO
http://lattes.cnpq.br/5022554189819320
https://orcid.org/0000-0002-9608-6675

Fernando Antonio de Souza Ferreira
Mestrando do PPG em Ambiente e Sociedade - PPGAS, Universidade Estadual de Goiás, Campus Morrinhos – GO
http://lattes.cnpq.br/4840475262575098

Lorena da Fonseca Ferreira
Mestranda do PPG em Ambiente e Sociedade - PPGAS, Universidade Estadual de Goiás, Campus Morrinhos – GO
http://lattes.cnpq.br/7326892601361475

Mariana Luize Ferreira Mamede
Mestranda da Universidade Estadual de Goiás – Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade PPGAS
http://lattes.cnpq.br/1706963200082389

Bruno Rogério Ferreira
Mestrando da Universidade Estadual de Goiás – Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade PPGAS
http://lattes.cnpq.br/3606603905122267
https://orcid.org/0000-0003-1586-2255

Pedro Rogerio Giongo
Prof. Dr. do PPG em Ambiente e Sociedade - PPGAS, Universidade Estadual de Goiás, Campus Morrinhos – GO
http://lattes.cnpq.br/7722106627371401
https://orcid.org/0000-0002-9042-9120

RESUMO: A necessidade humana de apropriar, transformar recursos naturais vai além da vida, mas também para reproduzir um sistema de atividades econômicas e manifestações culturais, possibilitando uma série de consequências. As cidades são resultado da apropriação e transformação, constituindo-se como produto histórico da sociedade e na medida em que há a necessidade de produção e consumo do espaço. Objetiva-se descrever a importância dos processos urbanos com relação produção e uso do espaço nos diferentes níveis da sociedade. Portanto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica abordando a gênese e a história da cidade, a produção do espaço urbano, a discussão de conceitos e teorias a respeito da relação organização intraurbano e regional com vistas aos estudos feitos no Brasil e no mundo, caracterizando cidade pequena e média no contexto nacional e os agentes sociais que promoveram o crescimento urbano de forma

sustentável. Como principais resultados da pesquisa bibliográfica destacamos: A paisagem urbana é consequência direta da relação entre a experiência humana e seu espaço, este por sua vez, reflete no mundo capitalista, a segregação espacial como resultado da distribuição de renda estabelecida no processo de produção e consumo. Assim sendo, tanto o crescimento urbano equilibrado quanto o desenvolvimento sustentável, são tarefas difíceis de serem concretizadas, e que as cidades surgiram de acordo com as riquezas das regiões. Ainda a organização territorial de uma sociedade pode ser compreendida a partir dos padrões de comportamento sociais coletivos.
PALAVRAS-CHAVE: Urbanização, Organização social, Espaço geográfico.

ANALYSIS PERSPECTIVE FOR THE (RE) PRODUCTION OF SUSTAINABLE URBAN SPACE

ABSTRACT: The human need to appropriate, transform natural resources goes beyond life, but also to reproduce a system of economic activities and cultural manifestations, allowing for a series of consequences. Cities are the result of appropriation and transformation, constituting themselves as a historical product of society and insofar as there is a need for production and consumption of space. The objective is to describe the importance of urban processes in relation to production and use of space at different levels of society. Therefore, a bibliographic research was carried out addressing the genesis and history of the city, the production of urban space, the discussion of concepts and theories regarding the relationship between intra-urban and regional organization with a view to studies carried out in Brazil and in the world, characterizing the city small and medium in the national context and the social agents that promoted urban growth in a sustainable way. The main results of the bibliographic research include: The urban landscape is a direct consequence of the relationship between human experience and its space, which in turn, reflects in the capitalist world, spatial segregation as a result of the income distribution established in the process of production and consumption . Therefore, both balanced urban growth and sustainable development are tasks that are difficult to achieve, and that cities have emerged according to the wealth of the regions. The territorial organization of a society can also be understood from the collective social behavior patterns.
KEYWORDS: Urbanization, Social organization, Geographic space.

1 | INTRODUÇÃO

A necessidade humana de se apropriar e de transformar os recursos naturais vai além da manutenção da própria vida, mas também para reproduzir um sistema de atividades econômicas e manifestações culturais, possibilitando concomitantemente uma série de consequências socioespaciais. As cidades são resultado dessa apropriação e transformação, constituindo-se como produto histórico e coletivo da sociedade e na justa medida em que há a necessidade de produção e consumo do espaço. A oferta e a demanda dessa construção/consumo coletivos são determinadas pelas contingências sociais, que por sua vez, determinam o uso e a troca, ou seja, o reinício de todo o processo em toda sua extensão.

O capitalismo, enquanto sistema hegemônico que para Marx, Engels (1989), funciona como uma espécie de sujeito dialético, aquilo que de “sujeito automático”, não é somente uma estrutura de produção e de consumo, mas também fator condicionante nas relações entre os indivíduos e instituições (religião, Estado, família, etc.) dentro do processo atual de desenvolvimento das sociedades. Assim, a produção e o consumo da cidade obedecem à lógica capitalista, mas, caracterizados por serem atos essencialmente coletivo e individual, respectivamente, e ainda sendo, de forma desigual e continua.

> Completo desnudamento do trabalho, existência puramente subjetiva, desprovida de toda objetividade. O trabalho como a pobreza absoluta. A pobreza não como falta, mas como completa exclusão da riqueza objetiva. Ou, ainda, como o não valor existente e, por conseguinte, valor de uso puramente subjetivo, existindo sem mediação. Tal objetividade só pode ser uma objetividade não separada da pessoa: apenas uma objetividade coincidente com sua imediata corporalidade. (MARX; ENGELS, 1989 p. 230).

Enquanto o desdobramento e desnudamento destaca-se importante, a compreensão do mundo do trabalho e da circulação de mercadorias permite entender melhor essa produção do espaço. Ou seja, a necessidade de novos espaços ou da ressignificação dos antigos são parte da base de expansão do sistema econômico, no qual se impõe uma racionalidade técnico-científica que permita ganhos em escala global de produção e de consumo. Analisar, portanto, essa relação de produção do espaço e de uso do espaço das diferentes camadas da sociedade é importante para o entendimento dos processos urbanos. O objetivo da pesquisa é, portanto, compreender a produção do espaço urbano e que possa ser de forma sustentável.

Outro possível problema detectado para obter um urbanismo sustentável é a impermeabilização do solo, característico das cidades, ruas, calçadas, terrenos, todos impermeabilizados acarretam problemas como enchentes, erosões, poluição dos cursos d’água e aumento médio da temperatura Farr (2013). Para evitar esses transtornos são necessárias áreas permeáveis, como amplas áreas verdes, praças e uma legislação regulamentando a pavimentação dos lotes urbanos.

Van kamp *et al.* (2003) afirma que, a identificação da qualidade ambiental urbana é uma estratégia que vem sendo adotada em vários países e que está presente em uma série de publicações científicas, mas que, no entanto, ainda é questionável a ideia de quais fatores poderiam determinar a qualidade ambiental, se há uma qualidade mínima e quais seriam os métodos e técnicas com os quais se poderia mapear e avaliar os efeitos de determinados usos da terra para a qualidade ambiental.

Será desenvolvida a pesquisa bibliográfica que contextualize historicamente sobre o processo de urbanização inicial das cidades afim de ilustrar os agentes sociais que promovem a ocupação e urbanização, e quais as políticas públicas urbanas que fazem parte da vida cotidiana dessa sociedade que é de suma importância, analisando se ocorre

o equilíbrio e preservação ambiental e o nível da qualidade ambiental dentro do perímetro urbano, abordando temas relacionados à expansão urbana.

Objetiva-se com esse trabalho descrever a importância dos processos urbanos analisando as relações de produção e uso do espaço nos diferentes níveis da sociedade.

2 | METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa bibliográfica abordando a gênese e a história da cidade, a produção do espaço urbano, a discussão de conceitos e teorias a respeito da relação à organização intraurbano e regional com vistas aos estudos realizados no Brasil e no mundo, a caracterização de cidade sustentável no contexto nacional e os agentes sociais que promoveram o seu crescimento urbano.

3 | DESENVOLVIMENTO

3.1 O homem e sua relação com o espaço

As relações capitalistas de produção segundo Harvey (2005), trouxeram mobilidade ao espaço geográfico e uma nova maneira de se pensar e trabalhar o espaço. Diariamente, essa contínua construção e existência do espaço geográfico acontecem independentemente da vontade humana, enquanto pensamento puro. Pois, uma vez que o homem está em luta contínua pela sobrevivência, ele modifica, modela, transforma, adapta, usa todos os meios naturais ou artificiais para a realização completa de seus instintos e necessidades. Ainda mais no atual estágio do sistema capitalista e o estado como gerenciador, caracterizada pela extensa diversificação das atividades produtivas e alienação da força de trabalho (através da especialização), as relações sociais na maioria das cidades do mundo passam a ser estabelecidas predominantemente pelos laços econômicos.

A capacidade de reprodução da sociedade está diretamente relacionada à capacidade de construção de seu espaço geográfico, que por sua vez, "é determinado pelas relações sociais que aí se estabelecem – o que confere ao espaço a característica de produto social e histórico" (CARLOS, 2002, p.175). Consequentemente se tem o surgimento de contradições inerentes ao modelo capitalista. Ao mesmo tempo, o espaço é produção e produto, meio e fim para a concretização das relações sociais em dado tempo. O espaço como mercadoria torna-se causa e efeito dos conflitos sociais. Interesses divergentes e antagônicos das diferentes classes sociais são responsáveis pela segregação social do espaço geográfico, mas ao mesmo tempo dá mobilidade às novas territorialidades, conforme Gottdiener (1993) destaca:

> [...] o espaço é produzido como nenhuma outra mercadoria. Tem ao mesmo tempo uma realidade material e uma propriedade formal que o capacita a encerrar a realidade material de outras mercadorias e suas relações sociais. [...]. É, portanto, ao mesmo tempo objeto material ou produto, o meio de

> relações sociais, e o reprodutor de objetos materiais e de relações sociais. Dessa maneira, Lefrebvre baseia a multiplicidade da articulação sociedade espaço numa relação dialética. É justamente esse status dialético, ontológico, do espaço que dá origem à sua natureza multifacetada na sociedade. (GOTTDIENER, 1993, p. 133).

Assim, o consumo dessa mercadoria também se dá de forma diferenciada espacialmente e temporalmente. Nas relações capitalistas de produção, o uso do espaço é subvalorizado, em detrimento das relações de troca. O espaço como meio de produção deixa de ter valor substancial de uso, que está relacionado à esfera do consumo, para ter valor de troca, que por sua vez está ligado à esfera da circulação (CORRÊA, 1995), sendo, portanto, responsável em parte, pela reprodução do modelo capitalista de produção. Mas, esses dois conceitos: valor de uso e valor de troca, "estão dialeticamente relacionados entre si: é somente através da troca no mercado que uma mercadoria realiza plenamente seu valor de uso" (CORRÊA, 1995, p. 84).

> O consumo do espaço se analisa no movimento de generalização da transformação do espaço em mercadoria, que impõe ao uso a existência da propriedade privada das parcelas do espaço. Assim o processo de reprodução do espaço aponta para a tendência da predominância da troca sobre os modos de uso, o que revela o movimento do espaço de consumo para o consumo do espaço. (CARLOS, 2002, p.186).

Portanto, de acordo com Carlos (2002), o espaço como mercadoria se transforma em fonte de riqueza e poder, no qual o modelo de organização espacial – baseada na propriedade privada – determinará como será sua distribuição e seu uso. Os problemas na organização espacial, enquanto realidade transformada pelo trabalho social e materializada no conjunto dos objetos e instrumentos – campos, caminhos, minas, dutos, fábricas, lojas, habitações, templos, cidade, rede urbana etc. – (CORRÊA, 1995), aparecem justamente quando o consumo do espaço se dá de forma desigual territorialmente e socialmente. Corrêa (1997) comenta sobre a formação desses ambientes desiguais em função do consumo desigual do espaço

> Os desiguais ambientes são, em realidade, simultaneamente perversos e funcionais. Perversos porque contribuem para a reprodução de cidadãos desiguais. Funcionais porque a desigualdade é necessária, é parte integrante de uma sociedade de classes: a extinção das desigualdades colocaria em risco a própria sociedade de classes. (CORRÊA, 1997, p. 157).

É justamente nestes desiguais ambientes que a sociedade, enquanto organização populacional e suas relações se reproduzem. A construção dos espaços desiguais é causa e consequência da sociedade de classes. Na medida em que essa sociedade se projeta em um determinado território e imprime nele seus signos, forjam-se padrões de ocupação e de uso como resultado de processos complexos dentro da organização da territorialização – enquanto processo de apropriação – e da territorialidade – formação de identidades.

As qualidades da paisagem urbana, caóticas ou ordenadas, estão ligadas ao conhecimento que temos dela, sejam elas emocionais ou estéticas. As paisagens têm sido consideradas pelo homem como algo estático, congelado no tempo. Entretanto, elas são definidas como superestruturas formadas por um sistema de interações de grande dinamismo. Essas interações são referentes aos componentes bióticos e abióticos, geralmente com o equilíbrio bastante crítico e fácil de ser alterado.

A paisagem urbana é consequência direta da relação entre a experiência humana e seu espaço, este por sua vez, reflete no mundo capitalista, a segregação espacial como resultado da distribuição de renda estabelecida no processo de produção e consumo. Tal segregação aparece, principalmente, no acesso a determinados serviços, à infraestrutura, enfim aos meios de consumo coletivo.

As cidades nos países pobres possuem seus problemas agravados no que tange ao uso da terra, pois, apresentam um grau mais acentuado na estratificação e segmentação dos diversos setores sociais que materializam a vida urbana. Nestas cidades a reprodução da lógica conflituosa entre capital x trabalho produz ainda uma dinâmica hierarquizada extremamente acentuada e complexa, assentando cada grupo social nos espaços físicos (áreas sociais) e nas condições sociais equacionadas por sua situação de classe. As áreas sociais, por sua vez, são áreas marcadas pela tendência à uniformidade da população em termos de três conjuntos de características: status socioeconômico, urbanização e etnia (CORRÊA, 1997).

Os fatores que determinarão o grau de segregação dentro das cidades estão vinculados ao preço da terra urbana (com o seu respectivo valor de uso e de troca), e a inserção de determinada parcela no espaço urbano total, tendo como ponto de partida a localização do terreno (por exemplo, o bairro), o acesso aos lugares ditos privilegiados (escolas, shopping, centros de saúde, serviços, lazer, etc.), à infraestrutura (água, luz, esgoto, asfalto, telefone, transporte), e à privacidade. (CARLOS, 1994).

Dentro das cidades, essa mesma lógica capitalista de expansão territorial também é parte integrante na organização das mesmas, cuja formação de novas demandas de consumo do espaço urbano determina o seu crescimento vertical e/ou horizontal, mas que na maioria das vezes, esse crescimento está ligado às práticas perniciosas. Como por exemplo: o parcelamento indiscriminado do solo nas periferias urbanas, que se constitui como uma das principais fontes de problemas ambientais das cidades.

O planejamento territorial deve ser constante e contínuo, pois, este é o melhor modo de ocupar o espaço citadino, uma vez que sua função é determinar os diferentes usos do solo urbano de acordo com a atividade humana – comercial, residencial ou industrial – e suas respectivas necessidades no presente e no futuro. Pelo planejamento territorial, pode-se converter a cidade em benefício para todos; democratizar as oportunidades para os moradores; garantir condições satisfatórias para financiar o desenvolvimento municipal;

e democratizar as condições para usar os recursos disponíveis, de forma democrática e sustentável.

Por sua vez, Soares (1995) destaca a relação entre a elite local e a cidade, sendo que este seleto grupo, governa a cidade segundo seus interesses, através do controle político, econômico, institucional, administrativo e cultural.

A atuação do Estado na organização espacial da cidade tem sido complexa e variável tanto no tempo como no espaço, refletindo a dinâmica da sociedade da qual é parte constituinte. Entretanto, o Estado é o grande consumidor de espaço e de localizações específicas, proprietário fundiário e promotor imobiliário, sem deixar de ser também um agente de regulação do uso do solo e o alvo dos chamados movimentos sociais urbanos.

Os diferentes níveis de poder sejam elas: municipais, estaduais ou nacionais; devem em conjunto estabelecer normas para que a ocupação do espaço urbano seja a mais racional possível. Todavia, não podemos esquecer que os lócus das sedes dos poderes estadual e nacional está na cidade. Portanto, no que tange às divisões de responsabilidades, coube ao município a ordenação e distribuição dos espaços urbanos. Assim, a organização espacial das cidades deve ser entendida como:

> (...) arranjo espacial, configuração espacial, estrutura territorial e espaço socialmente produzido. É o conjunto de objetos ou formas espaciais criadas pelo homem ao longo da História – campos, caminhos, minas, dutos, fábricas, lojas, habitações, templos, cidade, rede urbana etc. – e dispostos sobre a superfície da terra. É a natureza transformada pelo trabalho social, de acordo com as possibilidades concretas que cada sociedade tem de transformá-la e que derivam do desenvolvimento das forças produtivas e das relações sociais de produção. Cada sociedade organiza o seu espaço segundo uma lógica que lhe é inerente. (CORRÊA, 1995, p. 83).

Mas o que percebemos é que o Estado, nos seus três níveis de poderes, atua nesse ordenamento territorial de forma muito parcial, com tendências claras aos privilégios do grande capitalista. Fato real desta parcialidade está nas políticas econômicas e nas relações de “trocas de favores” muito comuns em todo o Brasil. A estrutura de poder estatal é dominada, em grande parte, por um grupo muito específico que representa os interesses de apenas uma parcela muito pequena da população. Becker (1998) confirma que “[...] o papel essencial do Estado permanece, sobretudo em assegurar as diferenças e da propriedade privada, no controle da tecnologia, na guerra e na gestão do mercado de trabalho, essencial à nova forma de produzir.”.

Todavia, para se alcançar o desejado desenvolvimento sustentável, as políticas urbanas devem incluir a gestão ambiental urbana que preze pela: preservação ambiental; redução de fontes de poluição; redução de riscos à saúde; preservação de áreas de mananciais e a redução de impactos da urbanização. Segundo Macedo (2006), gestão ambiental “[...] refere-se aos meios de se alocar, consumir e conservar os recursos naturais, tais como o ar e a água, a fim de atender às necessidades humanas. O conceito aplica-se

também à gestão ambiental urbana, na medida em que os elementos modificadores do meio antrópico estão intrinsecamente associados às cidades" (MACEDO, 2006, p. 332).

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na prática, tanto o crescimento urbano equilibrado quanto o desenvolvimento sustentável das cidades, são tarefas difíceis de serem concretizadas, devido à complexidade dos fluxos internos das mesmas, sejam populacionais, de produção ou informacionais. Entende-se que as cidades foram surgindo de acordo com as riquezas das regiões.

As cidades como foi apresentada por diversos autores, traz um contexto que não ocorreu de forma ordenada e planejada, foi sim surgindo de acordo com cada riqueza das regiões. Fato este que nos traz a mente a reflexão de como obteremos um crescimento populacional consciente, e que faça mudanças nas visões do qual o capitalismo trouxe como "*marco*", o poder na mão de poucos e o enriquecimento ocorre de acordo com conquistas e domínio de mais espaço territorial.

Ao falar do urbano e seu espaço territorial, não tem como esquecer sua economia e seus habitantes, pois a mão de obra é a principal forma de ampliar e obter o crescimento econômico que é a busca dos principais dominadores do capital. Crescimento econômico se faz da sua necessidade de ampliação e a forma que são tratadas algumas matérias primas. O desenvolvimento sustentável se faz necessário e que as cidades já buscam meios para solucionar algumas destruições que a modernização e o capitalismo trouxeram ao cenário atual.

E justamente por não esgotar os debates e estudos com a temática urbana e meio ambiente, que a presente pesquisa seguiu esta orientação teórico-metodológica. Pois, são notórias as pesquisas sobre a produção do espaço urbano e sustentabilidade, em que se destacam as relações socioespaciais em determinado contexto histórico, geográfico e ambiental, tornando-as de interesse coletivo, mas, sobretudo para as ciências ambientais.

REFERÊNCIAS

BECKER, B. K. A (**des)ordem global, o desenvolvimento sustentável e a Amazônia.** In: BECKER, B. K. (Org.). Geografia e Meio Ambiente no Brasil. 2. ed. São Paulo: Annablume/ Hucitec, p. 46-64. 1998.

CARLOS, A. F. A. **A condição espacial**. São Paulo: Contexto. 2002. 157 p.

CARLOS, A.F. A. **A (re)produção do Espaço Urbano.** São Paulo: Edusp. 1994. 272 p.

CORRÊA, L. R. Meio Ambiente e a Metrópole. In: MESQUITA, O.V. SILVA, S.T. (org.). **Geografia e a Questão Ambiental**. Rio de Janeiro: IBGE, p. 25-30. 1995.

CORRÊA, L. R. **O Espaço Urbano**. São Paulo: Ática. 1997. 94 p.

FARR, D. **Urbanismo sustentável: um desenho urbano com a natureza**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 23 p.

GOTTDIENER, M. **A Produção Social do Espaço Urbano**. São Paulo: Edusp. 1993. 133 p.

HARVEY, D. **A produção capitalista do espaço**. São Paulo: Annablume, 2005. 239 p.

MACEDO, L.V. **Problemas Ambientais Urbanos Causados pelo Trânsito na Região Metropolitana de São Paulo** (RMSP). In: GUERRA, Antônio José Teixeira. CUNHA, Sandra Baptista. (org.). Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 305-346. 2006.

MARX, K.; ENGELS, F. **A Ideologia Alemã (Feuerbach**). São Paulo: Hucitec, (7ª ed.). 1989. 119 p.

SOARES, B. R. **Uberlândia: da Cidade-Jardim ao Portal do Cerrado – Imagens e representações no Triângulo Mineiro**. Tese, Doutorado em Projeto Memória FFCL-FFLCH/USP. T359 São Paulo: FFLCH/USP. 1995. 359 p.

VAN KAMP, I. LEIDELMEIJER, K. MARSMAN, G. HOLLANDER, A. Urban environmental quality and human wellbeing. Towards a concepts framework and demarcation of concepts; a literature study. **Landscape and Urban Planning**. v. 65, p. 5-18. 2003.

CAPÍTULO 5

IMPORTÂNCIA DOS ASSENTAMENTOS PARA O PROCESSO DE REFORMA AGRÁRIA DO MUNICIPIO DE MARABÁ: UM ESTUDO DE CASO

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 19/12/2020

Arianny Suzan Ripardo e Silva
Universidade do Estado do Pará
Castanhal – Pará
http://lattes.cnpq.br/0004071609038660

Lucinéia dos Santos Prazeres
Universidade do Estado do Pará
Castanhal – Pará
http://lattes.cnpq.br/5653766354248604

Rafaela Alves Veras
Universidade do Estado do Pará
Castanhal – Pará
https://orcid.org/0000-0003-2720-0021

Gleidson Marques Pereira
Universidade do Estado do Pará - Departamento de Engenharia Ambiental (DEAM)
Marabá – Pará
http://lattes.cnpq.br/4440253249173192

Gleicy Karen Abdon Alves Paes
Universidade do Estado do Pará - Departamento de Engenharia Ambiental (DEAM)
Belém - Pará
http://lattes.cnpq.br/9678175384226129

RESUMO: O estudo sobre a criação de assentamentos sustentáveis vem crescendo de forma exponencial, visando uma melhor distribuição e uso de terras no Brasil, principalmente na região Norte, onde encontra-se boa parte das terras sem ocupação. A evolução dos esforços de colonização na Amazônia levou o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária a criar diversas modalidades de assentamentos, numa tentativa de se adequar às mudanças no cenário de ocupação da Amazônia. Diante das proposições feitas, o referido trabalho teve como objetivo, demonstrar os principais fatores que instigaram a criação dos assentamentos rurais no município de Marabá-Pa, tendo como referência o Projeto de Desenvolvimento Sustentável Porto Seguro. Por conseguinte, seguindo essa perspectiva foi feito um levantamento bibliográfico, por meio de sítios oficiais. Em suma, os assentamentos vêm dar a terra a sua função social, contribuindo diretamente para a evolução nas discussões sobre Reforma Agrária. A relação que há entre as modalidades de assentamentos revela a importância que a terra tem para determinados grupos, assim como pode se transformar em um viés para a sustentabilidade. Além de se constituírem como uma ferramenta para preservação ambiental, já que as famílias beneficiadas pelos projetos, assim como os órgãos e as instituições públicas, buscam disseminar o projeto como meio de educação socioambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Meio Ambiente, Agricultura Familiar e Sustentabilidade.

IMPORTANCE OF SETTLEMENTS FOR THE AGRICULTURAL REFORM PROCESS IN THE MUNICIPALITY OF MARABÁ: A CASE STUDY

ABSTRACT: The study on the creation of sustainable settlements has been growing exponentially, aiming at a better distribution and land usage in Brazil, mainly in the North region, where great portions of the land is unoccupied. The evolution of colonization efforts in the Amazon led the National Institute of Colonization and Agrarian Reform to create several types of settlements, in an attempt to adapt to the scenario changes of Amazon's occupation. Considering the proposals made, the purpose of this work was to demonstrate the main factors that prompted the creation of rural settlements in the city of Marabá-Pa, having as reference the Porto Seguro Sustainable Development Project. Therefore, following this perspective, a bibliographic survey was made, through official sites. In short, the settlements come to give the land its social function, directly contributing to the evolution in the discussions on Agrarian Reform. The relationship that exists between the types of settlements reveals the importance that the land has for certain groups, as well as it can become a bias towards sustainability. In addition to being a tool for environmental preservation, since the families benefited by the projects, as well as public bodies and institutions, seek to disseminate the project as a means of socio-environmental education.
KEYWORDS: Environment, Family Farming e Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

O monopólio da terra no Brasil tem suas origens ainda no século XVI, com as Capitanias Hereditárias, que foram doadas pelo Rei Dom João III a nobres de sua confiança, dando início assim, a estrutura fundiária brasileira de grandes propriedades (ITERPA, 2009). Tanto os latifúndios escravistas quanto o cenário atual, são resultados dessa distribuição desigual de terras, iniciada com a colonização brasileira.

Aliado a isso, em 1850 foi criada a Lei de Terras no Brasil, resultado da pressão dos ingleses para a abolição da escravidão brasileira e substituição dessa pelo trabalho assalariado. A Lei de Terras instituía que "qualquer cidadão brasileiro poderia se transformar em proprietário privado de terras" (STEDILE, 2012, p. 24). Todavia, para que se tivesse o direito sobre a terra, tinha que ser pago um valor à coroa, impossibilitando assim, pessoas com menor poder aquisitivo a adquirirem suas propriedades. A partir desse contexto é que emergem os latifúndios, e a terra se consolida sob uma ótica capitalista.

Esse processo capitalista gerou uma distribuição desigual de terras, isso acarretou revoltas por uma parcela da população do campo, os quais queriam ter direito à terra, com o objetivo de moradia e produção agrícola de subsistência, mas que não tiveram como manter suas propriedades frente aos grandes latifundiários. Assim se explica os conflitos agrários, pois os grandes latifundiários visavam a venda de terras e lucro, e os camponeses buscavam (buscam) por melhoria de vida (MARTINS, 1995).

Seguindo essa tendência de ocupação de terras e a nova configuração político-administrativa é que emergem os assentamentos, configurando-se como uma nova forma

de integração da população rural, de redistribuição da propriedade fundiária, como um novo espaço de vida e trabalho, possibilitando geração de emprego e renda, além de conter o avanço da migração rural para as cidades (ESQUERDO e BERGAMASCO, 2015). Em consonância, o Estatuto da Terra (Lei nº 4.504/1964) formula que a Reforma Agrária visa "promover a melhor distribuição da terra, mediante modificações no regime de sua posse e uso, a fim de atender aos princípios de justiça social, e ao aumento da produtividade" (BRASIL, 1964, p. 01).

Seguindo essa tendência é que se registra a partir de 1980 a implementação, de forma lenta e irregular, dos assentamentos rurais no Brasil, com o propósito de contextualizar as políticas públicas de reforma agrária, pós redemocratização. Gosch (2020, p. 28 apud GOSCH et al., 2014) considera que a reforma agrária foi executada com maior vigor na região norte do país, devido sua localização, ou seja, por estar mais afastada dos centros urbanos e também por ser um dos locais mais desabitados do Brasil, por esse motivo é que na região norte tem "76% de toda a área incorporada à reforma agrária e 41% de todas as famílias assentadas" (GOSCH, 2020, p. 28). Dito isso, existem várias modalidades de assentamentos, sendo que, no município de Marabá ...., dentre estes os assentamentos ambientalmente diferenciados, como o PDS Porto Seguro. A partir dessa ótica, pode-se afirmar que o PDS Porto Seguro pode ser mais uma ferramenta de proteção do meio ambiente e do combate aos impactos ambientais no município de Marabá-PA.

Nesse contexto, o referido trabalho buscou responder quais são os principais obstáculos enfrentados para a implementação dos assentamentos ambientalmente diferenciados e, se esses contribuem diretamente para a diminuição dos impactos socioambientais. A partir disso, teve como objetivo demonstrar quais foram os principais fatores que instigaram a criação dos assentamentos rurais no município de Marabá-PA, tendo como referência o Projeto de Desenvolvimento Sustentável Porto Seguro. Nesse sentido, as discussões acerca da temática se fazem importantes, haja vista que eles podem se tornar uma ferramenta crucial para a preservação do meio ambiente.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O local estudado foi o assentamento Porto Seguro (Figura 01), que está localizado na zona rural do município de Marabá-PA, sudeste paraense, com acesso pela rodovia BR-155, km 14. A região do assentamento pertence a área de Superintendência (SR-27), sendo considerado um Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS).
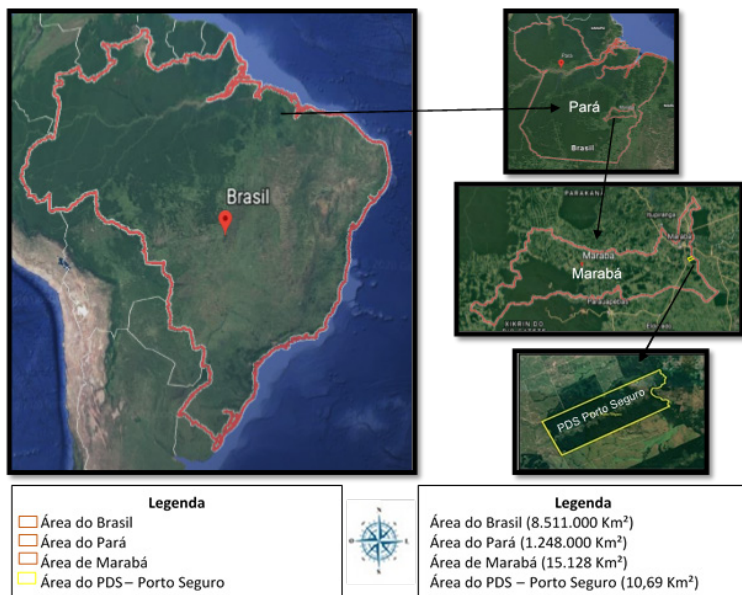
Figura 01 - Mapa de localização do Projeto de Desenvolvimento Sustentável Porto Seguro, Marabá - PA.

Fonte: Autores (2019).

2.2 Delineamento metodológico

A fim de concretizar os objetivos propostos no referido trabalho, utilizou-se da pesquisa bibliográfica e coleta de dados em artigos científicos nacionais, legislações, relatórios e publicações. Segundo Bastos (2016, p. 144) a pesquisa bibliográfica "é um tipo de pesquisa que visa responder a um problema com a utilização de material bibliográfico, estudos e análises científicas que, por conseguinte, passaram pelo crivo da Ciência para serem apresentados à sociedade".

Quanto à abordagem, o trabalho pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa, uma vez que a pesquisa se caracteriza pela busca de informações, além de apresentar traços de pesquisa exploratória-descritiva. Para Lakatos e Marconi (2018, p. 303) o estudo qualitativo "desenvolve-se numa situação natural oferecendo riqueza de dados descritivos, bem como focalizando a realidade de forma complexa e contextualizada". A junção dessas metodologias proporciona ao investigador maior observação acerca dos objetivos da pesquisa, esse interesse fica explicito no decorrer do trabalho.

3 | RESULTADOS

O processo de ocupação no sudeste do Pará se deu por conta da exploração dos recursos naturais, estando amplamente ligada aos ciclos econômicos da região, não se

diferindo de outros métodos de ocupação dos espaços da Amazônia, uma ocupação baseada em formas agressivas de exploração do meio ambiente (VELHO, 1972). Por estar localizada em uma área de forte dinamismo, o município de Marabá vivenciou a dualidade do novo *versus* antigo (CARVALHO e SOUZA, 2018).

Esse processo iniciou-se com o aquecimento extrativista, a priori com o ciclo da borracha e, posteriormente, com a exploração da Castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*), por ser uma região com grande densidade dessa espécie. A população da região apresentava aspecto sazonal, devido o fluxo intenso nos períodos de exploração e extração, porém após um determinado tempo, estes começaram a fixar moradias. À medida que os migrantes vindo, sobretudo, do Nordeste se estabeleciam na região, houve um aumento na escassez de terra e consequentemente um aumento dos conflitos pela mesma (CÂMARA, 2019).

Outro óbice com relação ao fluxo de migrantes se deu após a descoberta do minério de ferro na serra de Carajás (ALMEIDA, 2008). A partir desse processo iniciou-se um novo paradigma acerca da regularização de terras ocupadas, desde antigas ocupações de posseiros da década de 1970 até ocupações mais recentes organizadas por múltiplos movimentos sociais, orientados por estratégias diferenciadas. Outro marco dessa transformação foi o ano de 1987, que marca a conquista dos primeiros assentamentos nos municípios que compõem o chamado 'Território do Sudeste Paraense 5', dando início à 'territorialização da luta pela terra' (MICHELOTTI et al., 2006).

Por um lado, sua heterogeneidade é fruto das variações no seu ritmo e intensidade, em função das modificações na correlação de forças entre movimentos sociais e sucessivos governos, dado que nunca se constituiu numa efetiva reforma agrária, e sim, numa regularização fundiária reativa às lutas pela terra. Conforme o processo foi se fortalecendo, ganharam o reforço com a chegada do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) na região, intensificando a luta pela posse da terra (PEREIRA, 2007).

É fato que a reforma agrária compreende um grupo de medidas que visa concretizar os direitos da justiça social com intuito de dar à terra a sua função social. É a partir dessa perspectiva que os assentamentos surgem com o propósito não somente de ocupação de áreas improdutivas, mas também de proporcionar aos pequenos produtores meio de subsistência.

Dito isso, surge a primeira modalidade de assentamento ambientalmente diferenciado no município de Marabá: o Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS), conhecido como Porto Seguro. Sendo esse criado pela Portaria/INCRA n° 477/99, é uma modalidade que visa conciliar o assentamento humano em áreas de preservação ambiental com a proposta de promover o uso sustentável dos recursos florestais, produto de uma gestão compartilhada entre o INCRA, movimentos sociais e entidades ambientais.

Surgiu em 20 de junho de 2004, com 120 famílias apoiadas pela Comissão Pastoral da Terra (CPT) na luta pela reforma agrária. É o primeiro dessa modalidade a ser criado

no Sul do Pará, onde une 37 famílias, distribuídas em 57 lotes, os quais ocupam uma área de 1.069 hectares da Fazenda Balão II, em Marabá (PA), a mais de 15 anos explorando os recursos naturais de forma sustentável. A fazenda integra o conjunto de imóveis denominado Complexo Peruano, área emblemática para a reforma agrária no município de Eldorado dos Carajás.

Desde abril de 2016, o PDS Porto Seguro conta com o acompanhamento do INCRA, o qual vem trabalhando junto à comunidade para a implementação do Plano de Uso Sustentável, que tem como objetivo assegurar a sustentabilidade do Projeto, mediante a regulamentação da utilização dos recursos naturais e dos comportamentos a serem seguidos pelos assentados (INCRA, 2016).

O plano não foi desenvolvido apenas no âmbito regional, pois recebeu a contribuição de outras superintendências da autarquia, como a de Belém e a de Macapá, e dos órgãos ambientais da região, como a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Macapá e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

4 I DISCUSSÕES

Sobre a criação de assentamentos Michelotti et al. (2007) expõe que na região Sudeste do Pará, esse tem sido um processo reativo à luta dos camponeses em busca de terra. No chamado “Território do Sudeste Paraense 5”, a criação de assentamentos não obedeceu a um planejamento prévio, tendo sido uma resposta governamental à pressão social exercida através da luta pela terra, ocorrida tanto regional, como nacionalmente.

Já conforme Hébette et al. (2002 p. 182), a implantação de assentamentos iniciou-se a partir de dois modelos de ocupação da região, na PA-70 e na Transamazônica, caracterizadas respectivamente como: “colonização oficial e governamental” e “colonização por força de vontade dos migrantes”, o primeiro sendo organizado pelo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e o segundo pelos agricultores.

Diante do exposto, pressupõe a incorporação dos conceitos de territorialidade e sustentabilidade ao processo de desenvolvimento dos assentamentos com objetivos de um desenvolvimento sustentável, é necessário compreendê-los não como um estado permanente de equilíbrio, mas de mudanças no acesso aos recursos e à distribuição de custos e benefícios (TAYRA, 2002). Ainda sob essa perspectiva de território e sustentabilidade, Sampaio e Souza (2015, p. 72) apontam que se faz necessária uma análise sumária acerca de quais alternativas devem ser implementadas dentro de um determinado contexto, levando em consideração suas especificidades. Para os autores

> A análise da dimensão socioeconômica do território aponta para a necessidade de constituição de alternativas para a geração de trabalho e renda a partir da atividade solidária e auto-gestionária em condições adversas para o desenvolvimento ambientalmente sustentável, ressaltando-se a relação entre o poder associativo e coletivo do trabalho e a dimensão territorial e regional.

Além das alternativas apresentadas pelo modelo de difusão que busca na alocação ideal dos recursos, na maioria das vezes, o que tem se verificado é que não há uma conexão entre a solução proposta e a limitação tecnológica que seja comum aos agricultores (MARTINS et al., 2000). Outro ponto importante para esse processo é uma discussão sobre o progresso tecnológico para a compreensão dos entraves a sustentabilidade da agricultura familiar diversificada na Amazônia (CAMPOS, 2002). Segundo Affonso et al., 2015 *apud* Guilhoto et al., 2005)

> No Brasil, o agronegócio tem um papel importante para a economia do país e, neste setor agrícola, a agricultura familiar representa um segmento importante do agronegócio brasileiro, não só pela importância social, mas pela produção que é destinada ao consumo nacional.

Diante disso, existem aproximadamente 9 mil projetos de Assentamentos reconhecidos pelo INCRA. Para a criação (os procedimentos técnicos e administrativos de criação e reconhecimento de PA's estão amparados pela Norma de Execução DT nº 69/2008, e deve ser publicado no Diário Oficial da União) de um assentamento, faz-se necessário a produção de um documento, que conste a área do imóvel, a capacidade estimada de famílias e o nome do assentamento, assim como os objetivos que promovam sua implementação. Os PA's são criados por instituições governamentais para ter acesso a políticas públicas (INCRA, 2019).

Já foram criados vários tipos de PA's, sendo que muitos já foram extintos em 1990, dentre eles pode-se destacar: os Projetos de Colonização (PC), Projeto Integrado de Colonização (PIC), Projeto de Assentamento Dirigido (PAD), Projeto de Assentamento Rápido (PAR), Projeto de Assentamento Conjunto (PAC), Projeto de Assentamento Quilombola (PAQ). Atualmente os projetos de assentamento são divididos em grupos (GRUPO I e GRUPO II) de acordo com o objetivo da criação e do reconhecimento.

- GRUPO I: Projeto de Assentamento Federal (PA): Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE), Projeto de Assentamento Sustentável (PDS), Projeto de Assentamento Florestal (PAF), Projeto de Assentamento Casulo (PCA, revogado pela Portaria INCRA nº 414/2017, publicado em DOU) e Projeto Descentralizado de Assentamento (PDAS).

- GRUPO II: Projeto de Assentamento Estadual (PE): Projeto de Assentamento Municipal (PAM), Reservas Extrativistas (RESEX), Território Remanescente de Quilombolas (TRQ), Reconhecimento de Assentamento de Fundo de Pasto (PFP), Reassentamento de Barragem (PRB), Floresta Nacional (FLONA) e Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS).

Seguindo essa tendência de ocupação de terras e a nova configuração político-administrativa, é que os PA's emergem com um novo rearranjo em todo o território nacional. Sobre assentamentos, Soares (2017a), *apud* (BERGAMASCO e NODER, 1996, p. 7) coloca que:

> De forma genérica, os assentamentos rurais podem ser definidos como **a criação de novas unidades de produção agrícola, por meio de políticas governamentais visando o reordenamento do uso da terra, em benefício de trabalhadores rurais sem terra ou com pouca terra**. Como o seu significado remete à fixação do trabalhador na agricultura, envolve também a disponibilidade de condições adequadas para o uso da terra e o incentivo à organização social e à vida comunitária (g.n.).

Portanto, a agricultura familiar ganha importância como categoria social que ultrapassa o campesinato, além de ser estabelecida em diferentes áreas, tendo em vista a possibilidade de afirmação de sua identidade como unidade autônoma de gestão da produção e consumo a partir de um local de referência. Desse modo, para que a política agrícola possa andar em consonância ao que é proposto pelas áreas de assentamento é importante que esta passe a adotar variáveis sustentáveis em todo o processo, de forma que promova não só uma produção consciente e efetiva, mas também viabilize o crescimento social do homem e da comunidade local (MEDEIROS, 2019).

A partir dessa perspectiva, Soares afirma que:

> "Os projetos ambientalmente diferenciados, além desse propósito convencional da Reforma Agrária, são voltados à proteção do meio ambiente mediante a valorização dos recursos naturais, da vocação produtiva da terra e das populações tradicionais que o ocupam (2017, p. 54c)".

À face do exposto, os assentamentos sustentáveis, como o PDS Porto Seguro, emergem dentro desse cenário e são considerados novos territórios, não só por constituir espaços delimitados, mas também por ser resultado de relações sociais, de lutas, conflitos e principalmente por se tornar um indicador de desenvolvimento sustentável, uma vez que há a preocupação em minimizar os impactos gerados a partir da agricultura familiar. Essas formas alternativas de desenvolver a agricultura se baseiam na agroecologia, forma de cultivo que visa o equilíbrio durante todo o sistema de produção, além disso, busca também privilegiar o desenvolvimento do município.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço da luta pela terra impulsionada pelos movimentos sociais no sudeste paraense levou à criação de uma série de assentamentos rurais, definidos como novas unidades de produção agrícola que contribuíram para o reordenamento do uso da terra. Sob essa ótica, constitui-se uma nova visão da reforma agrária, haja vista que a atual redistribuição de terras visa contribuir, principalmente, com a solução da situação dos assentados e suas famílias, proporcionando, portanto, o devido suporte por meio de mecanismos que auxiliam na difusão da agricultura familiar, no desenvolvimento socioeconômico e no combate aos impactos ambientais dentro dos assentamentos.

Sendo assim, a criação de assentamentos ambientalmente diferenciados como o PDS Porto Seguro, é de suma importância não só para a preservação dos recursos naturais, como também para o desenvolvimento econômico e sustentável do município de Marabá, pois a área estudada demonstrou um tratamento diferenciado em relação a proteção do meio ambiente e a utilização sustentável dos recursos disponíveis, aplicando assim a multifuncionalidade da agricultura.

É fato que existe uma certa relação dos assentamentos como causadores de impactos socioambientais. Por isso, faz-se necessário que as políticas que asseguram a sustentabilidade dos assentamentos sejam constantemente aplicadas, garantindo o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, além de beneficiar a região e proporcionar meio de subsistência aos assentados.

REFERÊNCIAS

AFFONSO, Elane Parra et al**. Uso de tecnologia da informação na agricultura familiar: Planilha para gestão de insumos.** Biblios ISSN 1562-4730 (online) DOI 10.5195/biblios.2015.221. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/161/16143063004.pdf>. Acesso em: 03 Fev de 2020.

ALMEIDA, José Jonas. **A cidade de Marabá sob o impacto dos projetos governamentais**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História Econômica do Departamento de História da FFLCH da USP, São Paulo: 2008. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8137/tde-05022009-121639/publico/DISSERTACAO_JOSE_JONAS_ALMEIDA.pdf>. Acesso em: 31 jan 2020.

BASTOS, M. C. P., FERREIRA, D. V. **Metodologia Científica**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2016.

BRASIL. **Lei Federal Nº 4.504, de 30 de novembro de 1964.** Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4504compilada.htm>. Acesso em: 27 jan 2020.

CAMPOS, Í. **A sustentabilidade da agricultura na Amazônia**. In: Encontro da AMPPAS, 1. GT Agricultura e meio Ambiente, Indaiatuba-SP: AMPPAS, **Anais**, 2002. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/gt/agricultura_meio_ambiente/Indio%20Campos.pdf>. Acesso em: 10 dez 2019.

CARVALHO, M. R. S de; SOUZA, M. V. M de. **A produção do espaço urbano em Marabá- PA e sua relação com as ocupações urbanas: o caso do bairro nossa senhora aparecida.** REVISTA CAMINHOS DE GEOGRAFIA: v. 19, n. 66 Junho/2018 p. 116–132. ISSN 1678-6343. Uberlândia–MG: 2018. Disponível em: < file:///C:/Users/elivaldo/Downloads/38892-Texto%20do%20artigo-180076-1-10-20180628.pdf>. Acesso em: 31 jan 2020.

ESQUERDO, V. F. S; BERGAMASCO, S. M. P. P. **Reforma agrária e assentamentos rurais:** perspectivas e desafios, 2015. Disponível em: <http://transformatoriomargaridas.org.br/sistema/wpcontent/uploads/2015/02/1406231456wpdm_Texto-REFORMA-AGR%C3%81RIA-E-ASSENTAMENTOS-RURAIS-PERSPECTIVAS-E-DESAFIOS-.pdf>. Acesso em: 28 de jan de 2020.

FARIAS, Monique Helen Cravo Soares et al**. Impacto dos assentamentos rurais no desmatamento da Amazônia**. Mercator (Fortaleza) vol. 17 Fortaleza, 2018. Epub June 04, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1984-22012018000100209&script=sci_arttext>. Acesso em: 05 fev 2020.

GOSCH, Marcelo Scolari**. A Criação dos Assentamentos Rurais no Brasil e seus Desafios: algumas Considerações sobre Cerrado Goiano**. RP3-Revista de Pesquisa em Políticas Públicas. ISSN: 2317-921X. DOI: 10.18829/2108. Disponível em: < https://periodicos.unb.br/index.php/rp3/article/view/34177 >. Acessado em: 16 de dezembro de 2020

HÉBETTE, J.; ALVES, J.M.E.; QUINTELA, R.S. **Parentesco, Vizinhança e Organização Profissional na Formação da Fronteira amazônica.** In: HÉBETTE, J.; MAGALHÃES, S.B.; MANESCHY, M. C. No Mar, nos Rios e na Fronteira: faces do campesinato no Pará. Belém: EDUFPA. p. 175-202, 2002.

INSTITUTO DE TERRAS DO PARÁ (ITERPA). **SESMARIAS**. Belém-PA, 2009. Disponível em: <http://www.iterpa.pa.gov.br/sites/default/files/sesmarias.pdf>. Acesso em: 28 jan 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **Desmatamento nos assentamentos da Amazônia: histórico, tendências e oportunidades** (2016). Disponível em: <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2016/02/Desmatamento-nos-Assentamentos-da-Amaz%C3%B4nia.pdf>. Acesso em: 16 dez 2019.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (IMAZON). **Situação do desmatamento nos assentamentos de reforma agrária no Estado do Pará.** 19 de outubro de 2015. Disponível em:< https://imazon.org.br/situacao-do-desmatamento-nos-assentamentos-de-reforma-agraria-no-estado-do-para/>. Acesso em: 25 jan 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **INCRA/SR(27): Relatório de gestão 2017**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/servicos/publicacoes/relatorios/relatorios-de-gestaao/relatorios-de-gestao---incra-2017/sr_27_-_sul_do_para.pdf>. Acesso em: 15 jan 2020.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.D.A. **Metodologia Científica**. Ed:7. São Paulo: Atlas, 2018.

MARABÁ (PA). **Câmara, 2019**. Disponível em: <http://www.maraba.pa.leg.br/institucional/maraba/historia>. Acesso em: 10 jan 2019.

MARTINS, J. S. **Os camponeses e a política no Brasil: As lutas sociais no campo e seu lugar no processo político**. Petrópolis: Vozes,1981. Disponível em: < https://felipemaiasilva.files.wordpress.com/2016/03/souza-martins-jose-de-os-camponeses-e-a-politica-no-brasil.pdf>. Acesso em: 12 jan 2020.

MARTINS, P. F. S. et al. Sub-Projeto de Pesquisa, 3: **Alternativas tecnológicas para a sustentabilidade dos sistemas de produção**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; UFPA; CAP/LASAT; FCAP, jun. 2000.

MEDEIROS, Maria da Penha. **Sustentabilidade e agricultura familiar: um estudo de caso no Assentamento Patativa do Assaré no município de Patos – PB à luz de indicadores ambientais.** UFGG. Pombal – PB, 2019. Disponível em:< http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/7960/1/MARIA%20DA%20PENHA%20MEDEIROS%20-%20DISSERTA%C3%87%C3%83O%20-%20PPGSA%20-%20ACAD%C3%8AMICO%202019.pdf>. Acesso em: 18 de dez de 2020.

MICHELOTTI, F.; et al. **O Agrário em Questão:** uma leitura sobre a criação dos assentamentos rurais no Sudeste do Pará. In: **Anais** do II Encontro da Rede de Estados Rurais. Rio de Janeiro, 2007.

MICHELOTTI, F.; RIBEIRO, B.; FLORÊNCIO, S. R. **A Re-Existência Camponesa na Construção do Território do Sudeste Paraense** (1995-2004). In: Monteiro, D.M.C. & Monteiro, M. de A. (org.). Desafios na Amazônia: uma nova assistência técnica e extensão rural. Belém: UFPA/NAEA. p. 149-163, 2006. Disponível em: < http://www2.fct.unesp.br/nera/publicacoes/singa2005/Trabalhos/Artigos/Fernando%20Michelotti.pdf>. Acesso em: 12 jan 2020.

PEREIRA, A. R. **Do Posseiro ao Sem Terra: a luta dos trabalhadores rurais pela posse da terra no Sudeste do Pará**. Monografia (em História Social da Amazônia) Universidade do Estado do Pará. Marabá: UFPA. p. 113, 2007.

SAMPAIO, R. M. de A.; SOUZA, R. M. **A concepção de sustentabilidade e desenvolvimento a partir do território.** GEOTemas, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v.5, n.2, p.67-76, jul./dez., 2015. Disponível em: < file:///C:/Users/Carmem%20Silva/Downloads/1588-4397-1-PB%20(1).pdf>. Acesso em: 03 de fev de 2020.

SOARES, M. P. **Assentamentos rurais sustentáveis na Amazônia.** Tese de Pós-graduação (em Direito Ambiental) Universidade do Estado do Amazonas (UEA), 2017. Disponível em:<http://www.pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/68-8.pdf>. Acesso em: 12 jan 2020.

STEDILE, J.P.(org). ESTEVAM, D. **A questão agrária no Brasil: O debate na esquerda – 1960-1980**/ 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012. 320 p. Disponível em: <http://marxismo21.org/wp-content/uploads/2014/10/A-Quest%C3%A3o-Agr%C3%A1ria-no-Brasil-2.pdf>. Acesso em: 12 jan 2020.

TAYRA, F. A relação entre o mundo do trabalho e o meio ambiente: limites para o desenvolvimento sustentável. **Scripta Nova**, v. 6, n. 119 (72), 2002. Disponível em: < http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn119-72.htm>. Acesso em: 10 dez 2019.

VELHO, O. G. **Frentes de Expansão e Estrutura Agrária: estudo do processo de penetração numa área da Transamazônica**. Rio de Janeiro: Editora Zahar. p. 178, 1972.

CAPÍTULO 6

RESPONSABILIDADE SOCIAL UNIVERSITÁRIA (RSU): *DISCLOSURE* DAS ESTRATÉGIAS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL ADOTADAS POR UNIVERSIDADES PÚBLICAS BRASILEIRAS

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 18/12/2020

Roseane Patrícia de Araújo Silva
Universidade Estadual da Paraíba/Campus I/ Campina Grande-PB
http://lattes.cnpq.br/7360188935794633

Aline Evelyn Lima Bezerra
Universidade Estadual da Paraíba/Campus I/ Campina Grande-PB
http://lattes.cnpq.br/0122319340256000

Hugo Barbosa Sales
Universidade Estadual da Paraíba/Campus I/ Campina Grande-PB
http://lattes.cnpq.br/3324435839564900

RESUMO: Esta investigação teve como objetivo identificar as práticas de RSU (Responsabilidade Social Universitária), focadas na questão ambiental, das universidades públicas federais do Brasil. A amostra constituiu-se de 28 universidades e utilizou-se da técnica de análise de conteúdo para identificar, nos documentos e relatórios disponibilizados nos *websites* destas universidades, suas ações de sustentabilidade de cunho ambiental, utilizando o protocolo estabelecido por Cóffani-Nunes (2012), adaptado de Touchen e Brandli (2006). Trata-se de uma pesquisa descritiva, exploratória e empírica. Os principais resultados denotam que na região sul do país, concentram-se as universidades que mais disponibilizam informação sobre os indicadores ambientais investigados, destacando-se a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), apresentando 21 e 19 indicadores entre os pesquisados, respectivamente. A região norte é a que menos divulga as práticas ambientais, com destaque para a Fundação Universidade de Rondônia (UNIR), a qual apresenta apenas 3 das práticas investigadas. Ao averiguar que prática ambiental era mais evidenciada pelas universidades, observou-se que a mais comumente adotada foi “Desenvolvimento de projetos de pesquisa”, estando presente em 24 universidades, e as que menos se destacaram foram “Auditoria ambiental para indicar melhorias onde necessário”, “Soluções baseadas no padrão de gerência ambiental da ISO 14001/ GRI” e “Alimentação orgânica”, apresentadas em apenas 3 universidades. No *ranking* estabelecido para demonstrar que universidades publicaram mais práticas ambientais, a UNIRIO (Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro) ficou em primeiro lugar, com adoção de 24 indicadores, em contraposição com a UFAL (Universidade Federal de Alagoas), UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) e a UNIR (Fundação Universidade Federal de Rondônia), com os menores níveis de divulgação, expondo, cada uma delas, apenas 3 dos indicadores pesquisados.

PALAVRAS-CHAVE: Responsabilidade Social Universitária (RSU), *Disclosure,* Sustentabilidade Ambiental.

UNIVERSITY SOCIAL RESPONSABILITY (USR): DISCLOSURE OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY STRATEGIES ADOPTED BY BRAZILIAN PUBLIC UNIVERSITIES

ABSTRACT: This investigation aimed to identify the practices of USR(University Social Responsability), focused on the environmental issue of federal public universities in Brazil. The sample consisted of 28 universities and used the content analysis technique to identify, in the documents and reports available on the websites of these universities, their sustainability actions of an environmental nature, using the protolocol established by Cóffani-Nunes (2012), adapted from Touchen and Brandli (2006). It is a descriptive, exploratory and empirical research.The main results show that in the southern region of the country, there are concentrated the universities that most provide information on the investigated environmental indicators, especially the Federal University of Paraná (UFPR) and the Federal University of Santa Catarina (UFSC), presenting 21 and 19 indicators among those surveyed, respectively. The northern region is the one that least discloses environmental practices, with emphasis on the Federal University of Rondônia Foundation (UNIR), which presents only 3 of the investigated practices. When investigating which environmental practice was most evidenced by universities, it was observed that the most commonly adopted was "Development of research projects", being presente in 24 universities, and those that stood out the least were "Environmental auditing to indicate improvements where necessary", "Solutions based on the ISO 14001/GRI management standard" and "Organic food", presented at only 3 universities. In the ranking established to demonstrate that universities published more environmental practices, UNIRIO (Federal University of Rio de Janeiro) ranked first, with the adoption of 24 indicators, in constrast to UFAL (Federal University of Alagoas), UFRJ (Federal University of Rio de Janeiro) and UNIR (Federal University of Rondônia Foundation), with the lowest levels of disclosure, exposing, each one, only 3 of the surveyed indicators.
KEYWORDS: University Social Responsability (USR), Disclosure, Environmental Sustainability.

1 I INTRODUÇÃO

A responsabilidade social corporativa tem sido investigada em diversos âmbitos corporativos, no entanto, no contexto universitário, a reflexão sobre a responsabilidade social está apenas em seu estágio inicial. De um modo geral, a organização universitária, tem sido pouco utilizada como objeto de investigações que abordem mecanismos de controle de gestão (FELIU, 2015; LARRÁN-JORGE E ANDRADES-PEÑA, 2015).

Moneva e Martín (2012) consideram que as universidades e outros organismos públicos, apesar de possuírem uma nítida vocação para a orientação social, apresentam um menor nível de desenvolvimento do conceito de responsabilidade social em seus sistemas de gestão e informação, quando comparados às empresas com fins lucrativos.

Desde a ótica de Calderón (2006), a Responsabilidade Social Universitária (RSU) está relacionada aos deveres da universidade para com a sociedade que a financia, especialmente na busca por soluções para problemas sociais. Acrescenta que a RSU adquiriu maior ênfase a partir das tendências desenhadas pelas estratégias de *marketing*

das instituições de ensino superior do setor privado, sendo, este aspecto, uma consequência direta da expansão da responsabilidade social empresarial e do terceiro setor.

Nesta linha de pensamento, pode-se destacar o trabalho de Plungpongpan, Tiangsoongern e Speece (2014), os quais avaliam os efeitos da RSU sobre a imagem da marca em universidades privadas em Bangkok. Descrevem que nas universidades da Tailândia, as práticas de RSU são considerados elementos obrigatórios para garantias de qualidade e que, nas instituições privadas, estas práticas vão além de exigências básicas para alavancagem em um mercado altamente competitivo. Ao avaliarem a percepção de dirigentes universitários, alunos e pais de alunos sobre os impactos de RSU sobre a marca da instituição, encontram, desde a percepção de pais e alunos, que elementos de RSU não são fatores chaves para escolha de uma universidade, mas que colaboram para lembrar da marca educacional.

Para Vallaeys (2009) uma universidade pode ser considerada socialmente responsável quando reduz o *gap* entre os quatro seguintes aspectos: o que a universidade deseja ser (sua missão, visão e valores); o que acredita que seja (a imagem que seus membros possuem dela); o que realmente é e faz (suas ações e resultados) e; o que a sociedade espera dela (as expectativas e opiniões de seu público externo).

A organização universitária, desde o enfoque de sua atuação quanto as práticas de Responsabilidade Social Corporativa, tem sido objeto de estudo por parte de alguns investigadores como Ramallo (2015), Ribeiro e Magalhães (2014), Plungpongpan, Tiangsoongern e Speece (2014), Nejati et al. (2011), Fonseca et al. (2011), Vallaeys (2009), Tauchem e Brandli (2006), entre outros. Os trabalhos versam, em sua maioria, sobre aspectos teóricos que suportam à atuação das práticas de RSU, bem como formas de medição e avaliação da RSU.

A sustentabilidade, vista desde o enfoque *triple bottom line,* a qual compreende os aspectos ambientais, econômicos e sociais, é enfatizada, nesta pesquisa desde sua perspectiva ambiental, sendo este aspecto, segundo Cóffani-Nunes (2012), considerado o que demanda maior investimento por parte das universidades.

Os aspectos acima supracitados, pautam o desenvolvimento desta pesquisa, a qual, tem como objetivo central, identificar as práticas de RSU, focadas na questão ambiental, das universidades públicas federais do Brasil. Apresenta a seguinte questão problema: Quais as práticas de sustentabilidade ambiental adotadas pelas universidades públicas federais brasileiras?

Para concretizar tal objetivo, utilizou-se da técnica de análise de conteúdo para identificar, nos documentos e relatórios disponibilizados nos *websites* destas universidades, suas ações de sustentabilidade de cunho ambiental, utilizando o protocolo estabelecido por Cóffani-Nunes (2012), adaptado de Touchen e Brandli (2006). Quanto aos aspectos metodológicos esta pesquisa caracteriza-se como um trabalho descritivo, exploratório e empírico.

A seguir, será apresentada uma explanação sobre a responsabilidade social universitária, na sequência, apresenta-se a metodologia da pesquisa empírica, os resultados, as considerações finais e as referências utilizadas como base para o desenvolvimento deste artigo.

2 | CONSIDERAÇÕES ACERCA DA RESPONSABILIDADE SOCIAL UNIVERSITÁRIA

Ribeiro e Magalhães (2014) alegam que embora o conceito de RSU seja decorrente do âmbito empresarial, com a responsabilidade social corporativa, pode-se constatar que, no contexto da educação superior, sua natureza adquire uma nova roupagem, em decorrência do caráter público da educação, para além de oferecer um produto ou serviço comumente comercializado. Descrevem que a RSU se configura em um esforço, por parte das universidades, em promover ações baseadas em princípios éticos que assegurem o desenvolvimento em suas múltiplas dimensões, quais sejam: social, cultural, ambiental e econômica.

Para Ramallo (2015) revelar indicadores de RSU permitirá registrar evidências e tomar decisões reconhecendo a capacidade da organização para atender e comprometer-se com outras organizações. Considera que os indicadores são ferramentas que servem para prover informações e diagnósticos com maior precisão a respeito do alcance dos objetivos propostos pelas organizações universitárias. Neste aspecto, faz-se relevante destacar as acepções de Kaplan e Norton (1992) os quais advogam que só se pode controlar o que se pode medir, apontando ênfase para a necessidade precípua de indicadores financeiros e não financeiros nos sistemas de gestão informacional das empresas com e sem fins lucrativos.

Ainda nesta linha de conjuntura, ressalta-se à ênfase atribuída a contabilidade de gestão, a qual centra sua atenção em analisar o sistema contábil de gestão (SCG) como um conjunto de técnicas que possibilitem uma diversidade de informações a serem utilizadas pelos seus gestores para otimizar suas decisões e administrar a organização (CHENHALL, 2003).

Outro aspecto de relevante destaque, diz respeito à necessidade das organizações tornarem-se mais legítimas perante seus *stakeholders* à medida que prestem contas de seus atos, surgindo, nesse sentido a importância da *accountability*.

Ramallo (2015) alega que a RSU e suas propostas de avaliação estão estreitamente relacionadas com a prestação de contas diante da sociedade.

Nesta mesma linha, Ribeiro e Magalhães (2014) advogam que os sistemas de avaliação institucional têm como prioridade identificar o significado de atuação da universidade frente à sociedade, e que a responsabilidade social universitária pode ser avaliada a partir de dois vetores: i) identificar a atuação da universidade no que concerne ao desempenho de suas funções básicas e; ii) identificar os serviços prestados à sociedade,

como mecanismo de prestação de contas a quem a financia. Neste último enfoque, o termo *accountability* se faz presente, constituindo-se numa perspectiva de avaliação com uma preocupação relativa à competitividade e a eficácia dos investimentos em educação.

Destaca-se, neste contexto, a teoria da legitimidade, a qual estabelece a existência de um contrato entre a empresa e a sociedade, no qual se permite que as organizações consumam recursos naturais, utilização de mão obra e outros recursos com o fim de produzir bens e serviços de forma sustentável. Em relação a sustentabilidade, a ideia é que a sociedade deve conhecer o impacto econômico, social e ambiental da atuação das corporações com o objetivo de manter a utilização dos recursos ou sancionar uma inadequada atuação por parte destas instituições. Ainda com enfoque na teoria da legitimidade, Deegan e Rankin (1996, p. 54) afirmam que "se uma organização não puder justificar a sua continuidade perante a sociedade, gradativamente os seus membros se encarregarão de revogar o 'contrato social'".

Portanto, as organizações devem estar atentas em suas relações com seus *stakeholders*, percebendo o que as partes interessadas mais esperam das atividades desenvolvidas por elas, na busca de evitar a ruptura desse contrato.

Compreende-se, destes aspectos descritivos, que informes de sustentabilidade por parte das instituições de ensino superior são indispensáveis para avaliação do seu compromisso com a responsabilidade social, tendo em conta as dimensões econômicas, sociais e ambientais que afetam a entidade e a sociedade.

3 | DESENHO DA INVESTIGAÇÃO EMPÍRICA

3.1 Amostra da pesquisa

A amostra utilizada nesta investigação é composta pelas universidades públicas federais do Brasil com sede em suas capitais e uma sediada no Distrito Federal (Brasília). Assim, a pesquisa compreendeu o total de 28 universidades, considerando que o estado do Rio de Janeiro possui duas universidades públicas federais na sua capital. Ressalta-se que o estado de Sergipe apresenta a sede da universidade federal na cidade de São Cristovão, não estando, portanto, nos parâmetros iniciais estabelecidos para a amostra.

Destaca-se que universidades federais rurais ou tecnológicas, mesmo que sediadas nas capitais, foram descartadas da amostra.

3.2 Aspectos metodológicos

Quanto aos aspectos metodológicos esta pesquisa caracteriza-se como um trabalho descritivo, exploratório e empírico. Trata-se de uma pesquisa de caráter documental, restringindo-se a realizar análise de conteúdo nos documentos expostos nos *websites* das universidades.

Os documentos explorados, em suas versões mais recentes, foram os seguintes: Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), Relatório de Gestão (RG), Estatuto das universidades (EST) e, nos casos onde as instituições dispunham, foram avaliados relatórios especificamente relacionados a parte de sustentabilidade da universidade, como o Plano de Gestão e Logística Sustentável (PLS ou PGLS) sendo, este último, o mais comumente encontrado.

Utilizou-se dois quadros de checagem (*check list*), um deles para identificar a existência dos documentos que seriam explorados na pesquisa e, o outro, com os itens referentes as práticas de sustentabilidade, que foram averiguados nos documentos apreendidos nos *websites*. As referidas práticas estão descritas na Tabela 1, acompanhadas de suas siglas e são provenientes da investigação de Cóffani-Nunes (2012). Para cada prática utilizou-se de um leque de palavras-chave para identificar a existência das mesmas nos relatórios disponíveis.

SIGLAS DAS PRÁTICAS	PRÁTICAS	PALAVRAS-CHAVE PESQUISADA
1 GBPS	Guia de boas práticas sustentáveis	Guia- boas – prática – sustentáveis – sustentável
2 AAIMN	Auditoria ambiental para indicar melhorias onde necessário	Auditoria - ambiental - melhoria
3 DIDSA	Diagnóstico dos impactos diretos ou significativos para o ambiente	Diagnóstico – impacto – direto - significativo – ambiente
4 SBPGAI	Soluções baseadas no padrão de gerência ambiental da ISO 14001/GRI	Soluções - padrão - gerência ambiental -ISO 14001/GRI
5 TSEF	Treinamento e/ou sensibilização da equipe de funcionários	Treinamento – sensibilização - equipe – funcionários
6 TSA	Treinamento e/ou sensibilização dos alunos	Treinamento - sensibilização – alunos – discentes
7 CUE/EE	Controle do uso da energia/eficiência energética	Controle – uso – energia – eficiência – energética
8 PVPCA	Programas voltados à população de conscientização ambiental	Programas - população – conscientização – ambiental
9 DPP	Desenvolvimento de projetos de pesquisa	Desenvolvimento – desenvolve - projetos – pesquisa
10 CCRA	Controle do consumo e reuso da água	Controle - consumo – reuso – água
11 AO	Alimentação orgânica	Alimentação – orgânica
12 CIA	Coleta de indicadores ambientais	Coleta – indicadores – ambientais
13 CE	Controle de efluentes	Controle – efluente

14 RC/RA	Racionalização do uso de combustível/combustível alternativo	Racionalização - uso – combustível – combustíveis – alternativo
15 PUDA	Parceria com outras universidades para desenvolver a questão ambiental	Parceria – universidade - desenvolver - questão ambiental
16 DPDI	Disseminação dos projetos desenvolvidos dentro das instituições	Disseminação – projetos – desenvolvido
17 CFASI	Criação de ferramenta para análise da sustentabilidade interna	Criação – ferramenta – análise- sustentabilidade interna
18 PR/GR	Programa de reciclagem/gestão de resíduos	Programa – reciclagem – gestão – resíduos
19 OEAA	Organização de eventos na área ambiental	Organização - eventos – congressos - ambiental – ambiente
20 CDGAI	Criação de departamento para gestão ambiental interna	Criação – departamento – gestão - ambiental – interna
21 CFGAI	Curso de formação de gestores ambientais internos	Curso - formação – capacitação – gestores –ambientais internos
22 CRISPS/IS	Construções e reformas na instituição seguindo padrões sustentáveis/infraestrutura sustentável	Construções – reformas - padrões sustentáveis - infraestrutura – sustentável
23 PBEC	Promoção da biodiversidade dos ecossistemas do campus	Promoção - biodiversidade - ecossistemas
24 PAMC	Plano de ação para melhoria contínua	Plano - ação - melhoria - contínua
25 CAFMC	Critérios ambientais com fornecedores de materiais de consumo	Critérios - ambientais – fornecedores - materiais de consumo
26 EV/CV/R	Espaços verdes – controle da vegetação/ reflorestamento	Espaço - verde – controle – vegetação – reflorestamento
27 MTPEA	Medidas tenentes à produção de energia alternativa	Produção - energia – alternativa – renováveis
28 UPR	Utilização de papel reciclado	Papel – reciclado
29 RIEC	Realiza inventário de emissão de carbono	Inventário - emissão – carbono - gás

Tabela 1 Práticas de sustentabilidade e suas respectivas siglas e palavras-chave.

Fonte: Adaptado pelos autores, a partir de Cóffani-Nunes (2012).

A existência ou não das práticas de sustentabilidade ambiental foi identificada por universidade e catalogada com um “x”, caso existisse a prática, ou com espaço em branco se a prática não fizesse parte da gestão da universidade. O tópico “Inclusão nos currículos de conteúdos sobre sustentabilidade ambiental”, tal qual na pesquisa de Cóffani-Nunes (2012), não foi objeto de identificação nesta pesquisa, por questões similares a justificativa do autor na realização de sua pesquisa, o qual, destaca, o fato do estudo não estar focado na sustentabilidade das universidades enquanto instituição de ensino e pesquisa.

Excluiu-se, também, a prática “Desenvolvidos e editados materiais de avaliação ambiental”, em decorrência de sua abrangência e excessiva subjetividade. Após a coleta dos documentos, procedeu-se a análise dos mesmos e com o uso da ferramenta “Localizar” foram buscadas as palavras chave de cada uma das 29 práticas ambientais acima mencionadas.

4 I PRINCIPAIS RESULTADOS ENCONTRADOS

Nesta seção apresenta-se a descrição e análise dos resultados. Inicialmente, demonstra-se na Tabela 2, os documentos disponibilizados nos *websites* das 29 universidades investigadas. Em seguida, expõe-se por regiões, a preocupação das universidades com as questões ambientais e quais práticas dentre as pesquisadas foram as mais comumente encontradas.

ESTADOS	UNIVERSIDADES	PERÍODO/ PDI	RELATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE (RS)	EST.[1]	RG.[2]
Distrito Federal	**UnB**	2013-2017		X	X
Goiás	**UFG**	2011-2015	PLS 2014	X	X
Mato Grosso	**UFMT**	2013-2018		X	X
Mato Grosso do Sul	**UFMS**	2015-2019	PLS 2014 / UFMS SUST. 2013	X	X
Alagoas	**UFAL**	2013-2017		X	X
Bahia	**UFBA**	2012-2016		X	X
Ceará	**UFC**	2013-2017	PLS 2013	X	X
Maranhão	**UFMA**	2012-2016	PLS 2014	X	X
Paraíba	**UFPB**	2014-2018	PGLS 2015	X	X
Pernambuco	**UFPE**	2014-2018		X	X
Piauí	**UFPI**	2015-2019		X	X
Rio Grande do Norte	**UFRN**	2010-2019		X	X
Sergipe	**UFS**	2016-2020	PLS 2013-2016	X	X
Acre	**UFAC**	2014-2019		X	X
Amapá	**UNIFAP**	2014-2019	PDASRG	X	X
Amazonas	**UFAM**	2016-2025		X	X
Pará	**UFPA**	2011-2015	PLS	X	X
Rondônia	**UNIR**	2014-2018		X	X
Roraima	**UFRR**	2011-2016		X	X
Tocantins	**UFT**	2016-2020	PGLS 2013	X	X
Espírito Santo	**UFES**	2015-2019		X	X
Minas Gerais	**UFMG**	2013-2017		X	X
Rio de Janeiro	**UFRJ**	2005-2010		X	X
	UNIRIO	2012-2016	PLS 2016	X	X

São Paulo	**UNIFESP**	2016-2020	PLS 2015	X	X
Paraná	**UFPR**	2012-2016	PLS 2016	X	X
Rio Grande do Sul	**UFRGS**	2016-2026		X	X
Santa Catarina	**UFSC**	2015-2019	PLS 2013	X	X

[1]EST - Estatuto, [2]RG. – Relatório de Gestão

Tabela 2 Documentos encontrados nos *websites* das universidades.

Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com dados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 2, todas as universidades dispunham do PDI, do estatuto e do relatório de gestão. No entanto, quanto aos relatórios associados à sustentabilidade, 13 universidades apresentaram algum tipo de documento, sendo estes o "Plano de Gestão de Logística Sustentável - PLS ou PGLS", o "Projeto De Desenvolvimento De Ações De Sustentabilidade E Racionalização De Gastos – PDASRG" e o "UFMS Sustentável" que trata sobre a Governança da Sustentabilidade da Universidade Federal de Mato grosso do Sul. Observando os resultados por regiões, o sul do Brasil foi a região que apresentou maior percentual de universidades que dispunham de algum relatório de sustentabilidade (66,66%). A região sudeste, por sua vez, obteve o menor percentual de universidades que dispunham dos tipos de relatórios investigados (40%).

Para aferir a evidência da adoção de práticas de sustentabilidade desenvolvidas pelas universidades, optou-se por agrupá-las por região do país. Os resultados podem ser observados nas figuras expostas a seguir.
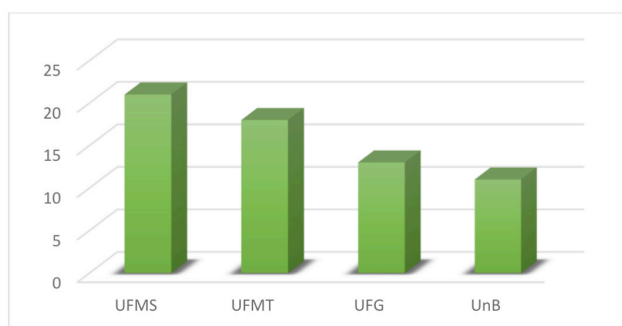
Figura 1 Evidências de práticas de sustentabilidade adotadas por universidades da região centro-oeste.

Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com dados da pesquisa.

Na região centro-oeste, conforme figura 1, a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS foi a única universidade a apresentar um relatório de sustentabilidade,

aspecto este que contribuiu para os resultados encontrados, destacando-se o total de 21 práticas adotadas por esta instituição. A Universidade de Brasília - UnB apresenta o menor índice referente a incidência de práticas investigadas, perfazendo o total de 37,93%, 11 em número absoluto.
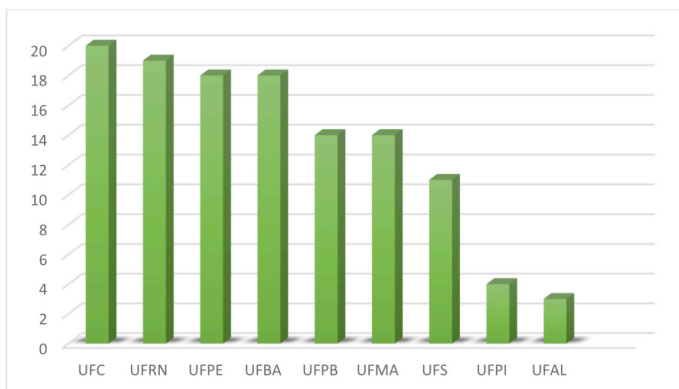
Figura 2 Evidências de práticas de sustentabilidade adotadas por universidades da região nordeste.

Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com dados da pesquisa.

Na região nordeste, conforme figura 2, apresenta-se como a região com maior número de estados, percebe-se grandes variações na adoção das práticas, como se pode observar ao comparar a Universidade Federal do Ceará - UFC, que evidenciou 20 das 29 práticas pesquisadas, com os resultados advindos da Universidade Federal do Piauí - UFPI e da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, as quais divulgaram apenas 4 e 3 práticas, respectivamente.
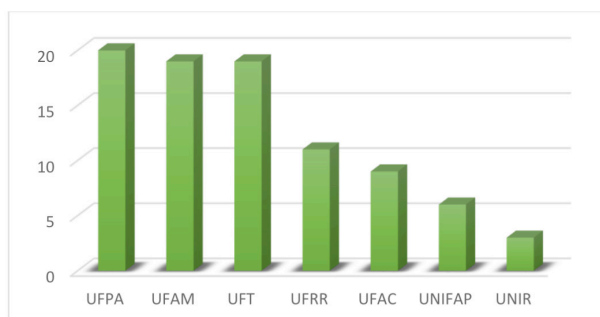
Figura 3 Evidências de práticas de sustentabilidade adotadas por universidades da região norte.

Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com dados da pesquisa.

Na região Norte (figura 3), 3 universidades adotaram mais que 50% das práticas, tendo a Universidade Federal do Pará - UFPA obtido o melhor resultado nesta região com 19 práticas mencionadas. Já a Fundação Universidade de Rondônia - UNIR teve uma menor preocupação com a divulgação das questões ambientais, sendo encontrada apenas 3 dos aspectos investigados.
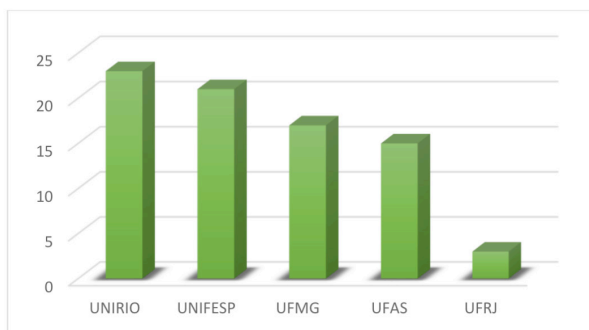
Figura 4 Evidências de práticas de sustentabilidade adotadas por universidades da região sudeste.

Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com dados da pesquisa.

Os resultados, expostos na figura 4, denotam a existência de duas universidades públicas federais no estado do Rio de Janeiro, as quais apresentam grande discrepância no uso das práticas. A Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO apresenta o melhor resultado, sendo a única universidade dessa região a divulgar mais de 20 práticas, a Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, no entanto, apresenta o pior desempenho da região sudeste, com apenas 2 práticas encontradas nos documentos pesquisados.
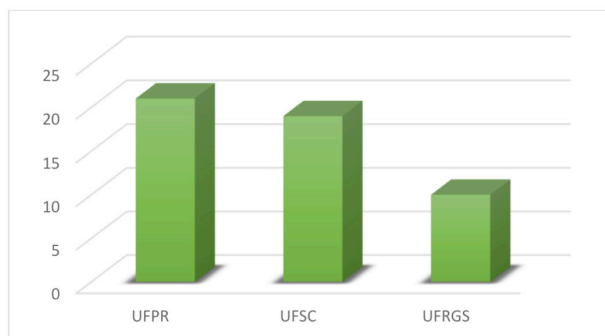
Figura 5 Evidências de práticas de sustentabilidade adotadas por universidades da região sul.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

As evidências expostas no gráfico 5 destacam que a Universidade Federal do Paraná -UFPR e a Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC se apresentam em nível similar de divulgação, apresentando 21 e 19 indicadores, cada uma, respectivamente, diferente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS que apresentou um número relativamente menor, evidenciando apenas 6 práticas.

A figura 6, a seguir, apresenta de maneira condensada, as práticas de sustentabilidade por região do país. As evidências demonstram que as regiões sul e centro-oeste tiveram uma maior preocupação com práticas ambientais abordadas no estudo, tendo divulgado em média entre 16 e 17 questões. Por outro lado, na região norte observa-se o menor índice de divulgação das práticas ambientais por parte das universidades.
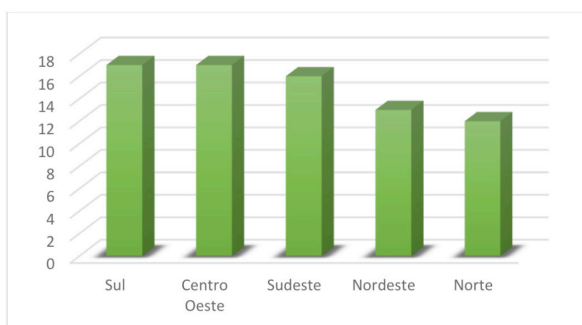
Figura 6 Evidências de práticas de sustentabilidade das universidades de acordo com a região do país.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Na figura 7, demonstra-se, em ordem decrescente, quais foram as 12 práticas mais adotadas entre as 29 universidades:
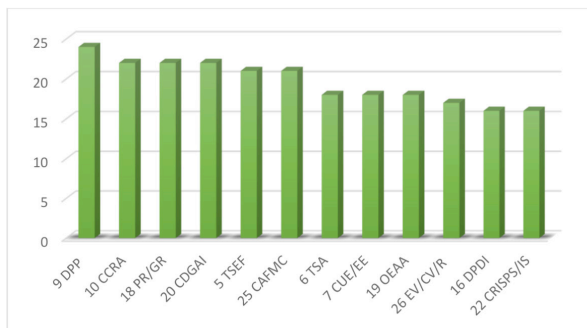
Figura 7 Evidências das 12 práticas mais adotadas nas universidades investigadas.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Como pode-se perceber, das 29 práticas analisadas, a mais comumente adotada foi a referente ao item 9 DPP “Desenvolvimento de Projetos de Pesquisa” encontradas nos relatórios de 24 (82,76%) das instituições, em seguida ficaram “10 CCRA - Controle do consumo e reuso da água”, “18 PR/GR - Programa de reciclagem/gestão de resíduos” e “20 CDGAI - Criação de departamento para gestão ambiental interna”, divulgadas por 22 instituições. As práticas “16 DPDI - Disseminação dos projetos desenvolvidos dentro das instituições” e “22 CRISPS/IS - Construções e reformas na instituição seguindo padrões sustentáveis/infraestrutura sustentável”, foram as menos evidenciadas nos relatórios de 16 universidades.

A figura 8 demonstra as 12 práticas ambientais menos evidenciadas nos relatórios das instituições objeto de estudo.
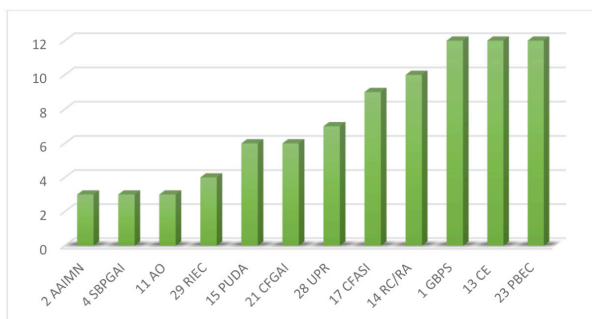
Figura 8 Evidências das 12 práticas menos adotadas nas universidades investigadas.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Com base na figura 8, pode-se verificar que dentre as práticas menos adotadas pelas instituições, a “2 AAIMN - Auditoria ambiental para indicar melhorias onde necessário”, “4 SBPGAI - Soluções baseadas no padrão de gerência ambiental da ISO 14001/GRI” e “11, AO - Alimentação orgânica”, foram as menos apresentadas, onde apenas 3 universidades dispunham de tais práticas e “1 GBPS - Guia de boas práticas sustentáveis”, “13 CE - Controle de efluentes” e “23 PBEC - Promoção da biodiversidade dos ecossistemas do campus” foram divulgadas por 12 universidades.

A figura 9 apresenta o *ranking* das 10 universidades que evidenciaram o maior número de práticas relacionadas as questões ambientais pesquisadas.
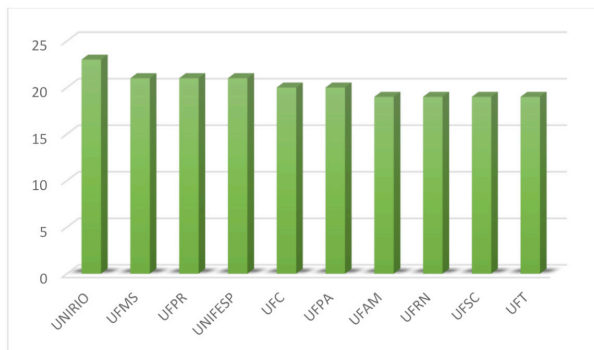
Figura 9 *Ranking* das 10 universidades que evidenciaram maior número de práticas ambientais.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

Assim, observando a figura 9 nota-se que não houve uma alta discrepância nos resultados encontrados, nos quais a UNIRIO alcançou o primeiro lugar, com um índice de divulgação de 79%, ou seja, 23 práticas divulgadas, seguida da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS, Universidade Federal do Paraná - UFPR e da Universidade Federal de São Paulo -UNIFESP evidenciando 21 questões cada, Universidade Federal do Ceará - UFC e Universidade Federal do Pará - UFPA com 20 questões e, por fim, com 19 práticas encontradas nas seguintes universidades Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC e Universidade Federal do Tocantins - UFT.

A figura10 expõe o *ranking* das 10 universidades que evidenciaram o menor número de práticas nos documentos investigados.
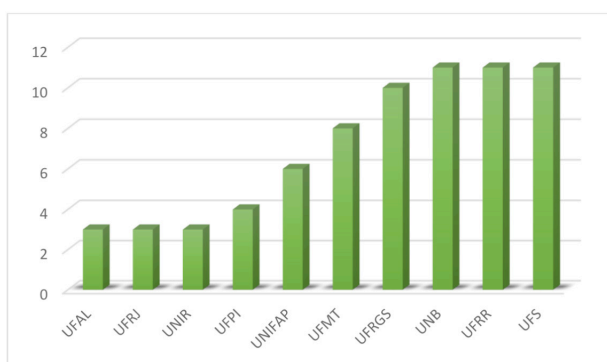
Figura 10 *Ranking* das 10 universidades que evidenciaram o menor número de práticas ambientais.

Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com dados da pesquisa.

Constata-se que a Universidade Federal de Alagoas - UFAL, UFRJ e UNIR demonstraram uma menor preocupação com a divulgação de aspectos ambientais, apresentando apenas 3 das 29 práticas pesquisadas. A Universidade Federal do Piauí - UFPI, Universidade Federal do Amapá - UNIFAP , Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT e UFRGS também obtiveram um resultado ameno, não apresentando, sequer, a adoção de ao menos 10, das práticas ambientais buscadas, de acordo com os relatórios pesquisados.

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desta pesquisa teve como objetivo principal identificar as práticas de RSU, focadas na questão ambiental, das universidades públicas federais do Brasil.

O *disclosure* destas práticas permite gerar, para a sociedade em geral, um mapeamento da atuação ambiental destas instituições, diante do enorme impacto e responsabilidade que as mesmas possuem com o desenvolvimento econômico, social e político da nação. Ressalta-se, ademais, que à luz dos resultados encontrados, pode-se gerar um senso crítico por parte das instituições de ensino superior público federal do Brasil, quanto as atividades ambientais desempenhadas, podendo suscitar ações mais proativas sobre o aspecto investigado, nessas instituições.

Os resultados apresentam-se descritos a seguir. No que concerne à tipologia de relatório disponível nos *sites* das universidades, pode-se encontrar que todas as universidades dispunham do PDI, do estatuto e do relatório de gestão. No entanto, quanto aos relatórios associados à sustentabilidade, 13 universidades apresentaram algum tipo de documento, sendo estes o “Plano de Gestão de Logística Sustentável - PLS ou PGLS”, o “Projeto De Desenvolvimento De Ações De Sustentabilidade E Racionalização De Gastos – PDASRG” e o “UFMS Sustentável-Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Sustentável”.

Quanto a evidência da adoção de práticas de sustentabilidade desenvolvidas pelas universidades, optou-se por agrupá-las por região do país. Assim, na região centro-oeste, a UFMS apresenta o maior destaque quanto a divulgação, apresentando 21 das práticas investigadas e a UNB o menor índice quanto a expondo 11 práticas ambientais.

Na região Nordeste, percebe-se grandes variações na adoção das práticas, a UFC evidenciou 20 das 29 práticas pesquisadas e a UFPI e a UFAL, divulgaram, respectivamente 4 e 3 práticas.

Na região Norte, a UFPA obteve o melhor resultado nesta região, com 19 práticas mencionadas. Já a UNIR apresenta apenas 3 dos aspectos investigados. A região sudeste, conta com uma grande discrepância em duas universidades localizadas no estado do Rio de Janeiro, A UNIRIO apresenta o melhor resultado, sendo a única universidade dessa região a divulgar mais de 20 práticas e a UFRJ, apresenta o pior desempenho da região sudeste, com apenas 2 práticas encontradas nos documentos pesquisados.

A região sul conta com 3 universidades públicas federais, a UFPR e UFSC se apresentam em nível similar de divulgação, apresentando 21 e 19 questões cada uma, respectivamente, diferente da UFRGS que apresentou relativamente um número menor de práticas (10).

No geral, constata-se que as regiões sul e centro-oeste tiveram uma maior preocupação com a divulgação das práticas ambientais abordadas no estudo e a região norte o menor índice de divulgação.

Encontra-se que das 29 práticas analisadas, a mais comumente adotada foi a referente ao item 9 DPP "Desenvolvimento de Projetos de Pesquisa" fazendo parte nos relatórios de 24 (82,76%) das instituições e as práticas menos abordadas nos relatórios foram, igualmente, "2 AAIMN - Auditoria ambiental para indicar melhorias onde necessário", "4 SBPGAI - Soluções baseadas no padrão de gerência ambiental da ISO 14001/GRI" e "11, AO - Alimentação orgânica".

Quanto ao *ranking* geral, referente ao nível de divulgação, a UNIRIO fica em primeiro lugar e as universidades UFAL, UFRJ e UNIR, apresentam-se, igualmente, como as universidades públicas federais que divulgaram menos práticas ambientais de acordo com os relatórios e a protocolo de prática investigado.

Como principal limitação associada a este trabalho, atribui-se a utilização dos relatórios escolhidos para avaliar, aspecto este que pode ter causado viés nos resultados encontrados, uma vez que as instituições podem ter outros relatórios que tragam indícios sobre suas práticas de sustentabilidade ambiental.

Como proposta para futuras investigações, sugere-se aliar os resultados encontrados com o desempenho intelectual das universidades investigadas, averiguando se existe relação entre o nível de *disclosure* e a capacidade instalada de capital intelectual destas instituições. Outra proposta é averiguar o nível de divulgação das práticas ambientais, aqui pesquisadas, nas universidades públicas estaduais e estabelecer um parâmetro comparativo entre os resultados aqui encontrados.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.

CALDERÓN, A. I. Responsabilidade social universitária: Contribuições para o fortalecimento do debate no Brasil. **Revista da Associação Brasileira de Mantenedores de Ensino Superior**, v. 24, n.36, p. 8-22, 2006.

CHENHALL, R. H. Management control systems design within its organizational context: findings from contingency-based research and directions for the future. **Accounting, Organizations and Society**, v. 28, n. 2-3, p. 127-168, 2003.

CÓFFANI-NUNES, K. Sustentabilidade ambiental das universidades: avaliação de seis universidades sediadas no estado de São Paulo a partir da análise das informações em seus websites. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Unesp, Bauru, São Paulo, 2012.

DEEGAN, C., RANKIN, M. Do Australian companies report environmental News objectively? analysis of environmental disclosures by firms prosecuted successfully by the Environmental Protection Authority. **Accounting, Auditing and Accountability Journal**, V. 9, nº 2, p. 52-69, 1996.

FELIU, V. M. R. A contabilidade e a gestão de entidades públicas e privadas de países latino-americanos e da Espanha (Palestra). In: IX Congreso Iberoamericano de Contabilidad de Gestión, Florianópolis, Santa Catarina, 30.set-02.out., 2015.

FONSECA, A. et al. The state of sustainability reporting at Canadian universities. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 12, pp. 22-40, 2011.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. Using the Balanced Score Card as a Strategic Management System. **Harvard Business Review**, 1996. p. 75-85.

LARRÁN-JORGE, M.; ANDRADES-PEÑA, F. J. Análisis de la responsabilidade social universitária desde diferentes enfoques teóricas. **Revista Iberoamericana de Educación Superior**, n. 15, v. 6, p. 91-107, 2015.

MONEVA, J. M.; MARTÍN, E. Universidad y desarrollo sostenible: análisis de la rendición de cuentas de las universidades públicas desde um enfoque de responsabilidade social. **Revista Iberoamericana de Contabilidad de Gestión**, v.10, n.19, pp 1-18, 2012.

NEJATI, M. et al. Corporate Social Responsability and Universities: a study of top word universities websites. **African Journal of Business Management**, v.5, pp.440-447, 2011.

PLUNGPONGPAN, J.; TIANGSOONGERN, L.; SPEECE, M. 12 th EBES Conference Singapore, jan. 9-11, 2014.

RAMALLO M. La evaluación de la responsabilidade social universitária. **Debate Universitario**, p.25-38, 2015.

RIBEIRO, R. C.; MAGALHÃES, A. M. Política de responsabilidade social na universidade: conceitos e desafios. **Educação, sociedade e cultura**, n. 42, p. 133-156, 2014.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L.L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Gestão e produção**, v.13, n.3, p. 503-515, 2006.

VALLEYS, F., et al. Responsabilidad social universitaria: Manual de primeiros passos. México: McGraw-Hill Interamericana, 2009.

APÊNDICE A

Estados	Siglas	Universidades	Sites	Acesso
Acre	UFAC	Universidade Federal do Acre	http://www.ufac.br/	17 de dez. de 2016.
Alagoas	UFAL	Universidade Federal de Alagoas	http://www.ufal.edu.br/	17 de dez. de 2016.
Amapá	UNIFAP	Universidade Federal do Amapá	http://www.unifap.br/public/	17 de dez. de 2016.
Amazonas	UFAM	Universidade Federal do Amazonas	http://www.ufam.edu.br/	18 de dez. de 2016.
Bahia	UFBA	Universidade Federal da Bahia	https://www.ufba.br/	18 de dez. de 2016.
Ceará	UFC	Universidade Federal do Ceará	http://www.ufc.br/	18 de dez. de 2016.
Distrito Federal	UNB	Universidade de Brasília	http://www.unb.br/	18 de dez. de 2016.
Espírito Santo	UFES	Universidade Federal do Espírito Santo	http://www.ufes.br/	18 de dez. de 2016.
Goiás	UFG	Universidade Federal de Goiás	https://www.ufg.br/	19 de dez. de 2016.
Maranhão	UFMA	Universidade Federal do Maranhão	http://portais.ufma.br/PortalUfma/index.jsf	19 de dez. de 2016.
Mato Grosso	UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso	http://www.ufmt.br/ufmt/site/	19 de dez. de 2016.
Mato Grosso do Sul	UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	https://www.ufms.br/	19 de dez. de 2016.
Minas Gerais	UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais	https://www.ufmg.br/	19 de dez. de 2016.
Pará	UFPA	Universidade Federal do Pará	https://portal.ufpa.br/	20 de dez. de 2016.
Paraíba	UFPB	Universidade Federal da Paraíba	http://www.ufpb.br/	20 de dez. de 2016.
Paraná	UFPR	Universidade Federal do Paraná	http://www.ufpr.br/portalufpr/	20 de dez. de 2016.
Pernambuco	UFPE	Universidade Federal de Pernambuco	https://www.ufpe.br/ufpenova/	20 de dez. de 2016.
Piauí	UFPI	Universidade Federal do Piauí	http://www.ufpi.br/	21 de dez. de 2016.
Rio de Janeiro	UNIRIO UFRJ	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro Universidade Federal do Rio de Janeiro	https://ufrj.br/	21 de dez. de 2016.
Rio Grande do Norte	UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	http://www.ufrn.br/	22 de dez. de 2016.
Rio Grande do Sul	UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	http://www.ufrgs.br/ufrgs/inicial	03 de jan. de 2017.
Rondônia	UNIR	Fundação Universidade Federal de Rondônia	https://www.unir.br/	03 de jan. de 2017.

Roraima	UFRR	Universidade Federal de Roraima	https://ufrr.br/	03 de jan. de 2017.
Santa Catarina	UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina	http://ufsc.br/	03 de jan. de 2017.
São Paulo	UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo	http://www.unifesp.br/	04 de jan. de 2017.
Sergipe	UFS	Universidade Federal de Sergipe	http://www.ufs.br/	06 de jan. de 2017.
Tocantins	UFT	Universidade Federal do Tocantins	http://ww2.uft.edu.br/	06 de jan. de 2017.

Universidades, siglas e Websites onde foram encontrados os documentos.

Fonte : Elaborado pelos autores.

CAPÍTULO 7

GESTÃO AMBIENTAL EM HOSPITAIS: DESCARTE DOS RESÍDUOS DE EXPLANTES METÁLICOS ORTOPÉDICO

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 21/12/2020

Micheli Patrícia de Fátima Magri
Universidade Federal de Alfenas, Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais
Alfenas – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/8543811060701907
https://orcid.org/0000-0002-0600-6249

Rogério Benedito de Brito
Universidade Federal de Alfenas, Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais
Alfenas – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/8768013012823553
https://orcid.org/0000-0003-2822-0550

Tales Alexandre Aversi-Ferreira
Universidade Federal de Alfenas, Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais
Alfenas – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/1101341437463729
https://orcid.org/0000-0002-4417-7209

RESUMO: Os explantes metálicos resultantes da conclusão terapêutica cirúrgica ortopédica são classificados como resíduos sólidos com potencial para contaminação. Objetivo: Analisar na literatura como ocorre a gestão ambiental em hospitais através do descarte dos resíduos de explantes metálicos ortopédicos. Metodologia: Trata-se de revisão de literatura descritiva através de pesquisas fundamentadas em artigos científicos e monografias e em sites de de informações científicas. Principais Resultados: Os explantes devem ser registrados e controlados para a reciclagem, etapa contemplada no plano de gerenciamento de resíduo da saúde (PGRSS). No entanto, a destinação final é um problema amplo devido às questões econômicas criarem entraves para aplicação das leis. Ao se tratar da reciclagem dos explantes cirúrgicos, o aço inox pode ser totalmente reaproveitado, por exemplo. Principais conclusões: No Brasil, não há poucos dados quanto ao número de geradores ou da quantidade de resíduos de serviços de saúde e, incorretamente, os explantes são descartados como resíduo perfuro cortante.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos de Serviços de Saúde, Uso de Resíduos Sólidos, Próteses e Implantes e Administração Ambiental.

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN HOSPITALS: DISPOSAL OF WASTE FROM ORTHOPEDIC METAL EXPLANTS

ABSTRACT: Metallic explants resulting from orthopedic surgical therapeutic completion are classified as solid waste with potential for contamination. Objective: To analyze in the literature how environmental management occurs in hospitals through the disposal of waste from metal orthopedic explants. Methodology: This is a review of descriptive literature through research based on scientific articles and monographs, on consultation sites. Main Results: The explants must be registered and controlled for recycling, a step contemplated in the health waste management plan (PGRSS). However, final disposal is a wide problem due to economic issues creating barriers to the application of laws,

contributing to environmental deterioration. When it comes to recycling surgical explants, stainless steel can be fully reused. Main conclusions: In Brazil, there are no exact statistics regarding the number of generators or the amount of waste from health services and the explants are discarded as sharp piercing waste.
KEYWORDS: Waste from Health Services, Use of Solid Waste, Prostheses and Implants and Environmental Administration.

1 I INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável e a consciência ecológica estão envolvendo o setor hospitalar visando práticas gerenciais dos resíduos sólidos, por gerar entre 1,25 até 14,8 kg/dia/leito de resíduos nos países desenvolvidos (ASKARIAN; VAKILI; GHOLAMHOSEIN, 2004) e no Brasil 25,66 kg/leito/dia, que 90,72% poderiam ser reciclados (VIEIRA NETO; RODRIGUES, 2018) para, por exemplo, possibilitar investimentos em tecnologias mais limpas (ESTEVES et al., 2007; NAIME, RAMALHO; NAIME, 2007).

Os explantes metálicos resultantes de cirúrgicas ortopédicas são classificados como resíduos sólidos com potencial para contaminação (BRASIL, 2018; SOUZA et al. 2009; NAIME, RAMALHO & NAIME, 2007; BRASIL, 2004).

Através da atual Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº. 12.305/2010 e das normas nacionais sobre o gerenciamento de resíduos de serviço de Saúde (RSS), padroniza-se a obrigatoriedade o tratamento prévio das frações infectantes dos resíduos (BRASIL, 2018; BRASIL, 2012; BRASIL, 2010), e o descumprimento pode gerar problemas ambientais elevando os índices de infecção hospitalares (ABRELPE, 2016; SILVA, et al, 2011; ESTEVES et al, 2007).

A preocupação da sociedade com o meio ambiente e o avanço da legislação ambiental brasileira para o tratamento das frações infectantes, como explantes cirúrgicos ortopédicos, desafia os hospitais a encontrarem um equilíbrio entre a melhoria da qualidade dos serviços prestados com o menor custo econômico, ambiental e social (ESTEVES et al., 2007).

No entanto, é intangível a criticidade da gestão de resíduos sólidos hospitalares, uma vez que os geradores desconhecem a quantidade e a composição dos resíduos, interferindo diretamente no descarte final, quebrando a cadeia de reutilização via reciclagem (SILVA et al., 2011; NAIME, RAMALHO; NAIME, 2007), pois o controle de resíduos sólidos deve entrar no sistema de reciclagem para, pelo menos, efetivar o processo de sustentabilidade.

O objetivo desse trabalho é analisar na literatura como ocorre a gestão ambiental em hospitais para o descarte dos resíduos de explantes metálicos ortopédicos.

2 | METODOLOGIA

Trata-se de revisão de literatura descritiva através de pesquisas fundamentadas em artigos científicos e monografias, através dos indexadores como Google Acadêmico, e *Scientific Eletronic Library Online* (SCIELO) e livros. O Google Acadêmico tem vasta abrangência por incluir nas buscas todos os outros indexadores científicos cujos artigos estejam disponíveis online.

Para elaboração deste trabalho estabeleceu-se para o período do estudo publicações indexadas de 1998 a 2020, além disso, o idioma utilizado foi o português, e as buscas tiveram como palavras-chave: Resíduos de Serviços de Saúde, Uso de Resíduos Sólidos, Próteses e Implantes e Administração Ambiental.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desenvolvimento sustentável e a Geração de Resíduo sólido hospitalar

O modelo de desenvolvimento tecnológico e econômico vigente dentro das instituições hospitalares propicia um consumismo exacerbado (ALVES; FREITAS, 2013; SOUZA et al., 2009; TOLEDO; DEMAJOROVIS, 2006; BROLLO; SILVA, 2001) gerando resíduos, que são devolvidos ao ambiente de forma inadequada gerando a contaminação do solo e das águas com prejuízos ambientais, sociais e econômicos (BARBIERI, 2011; MAZZER; CAVALCANTI, 2004; BROLLO; SILVA, 2001).

No Brasil há pouca integração entre política e sociedade com questões do manejo dos resíduos, devido aos valores éticos e educacionais difundidos, mas, para desenvolver uma nova consciência ambiental, com responsabilidade com a forma de coexistir no planeta são necessários investimentos em educação (SOUZA et al., 2009; MAZZER; CAVALCANTI, 2004; NUNESMAIA, 2002). Como o problema é a relação hospital/sociedade, a educação é o meio mais adequado e abrangente para diminuir a distância entre o órgão responsável pelo descarte dos explantes (a prefeitura após passar pelo hospital, veja mais a frente) e seus usuários.

3.2 Explantes metálicos cirúrgico ortopédico como resíduos sólidos

Os implantes metálicos ortopédicos são dispositivos utilizados para compensar, total ou parcialmente, uma determinada função alterada no sistema esquelético, com propriedades de biocompatibilidade, resistência mecânica, à fadiga, ao desgaste e à corrosão. As matérias-primas utilizadas na fabricação são o aço inoxidável, o titânio não-ligado, as ligas de titânio e as ligas de cobalto-cromo-molibdênio (ABNT, 1999; ABNT 1998 a, ABNT 1998b, ABNT 1998c).

Os explantes devem ser registrados e controlados para a reciclagem, etapa contemplada no plano de gerenciamento de resíduo da saúde (PGRSS), pois há possibilidade de reutilização nas artes, na construção civil ou na manutenção hospitalar (VIEIRA NETO; RODRIGUES, 2018).

3.3 Legislação Brasileira sobre o manejo dos explantes

A primeira regulamentação nacional específica sobre a coleta de lixo foi a Lei no. 2.313 de 1954 (BRASIL, 1954), que levou à implantação da Portaria nº 53 de 1979, e a Lei nº 6.938, de agosto de 1981, que estabelece a Política Nacional Do Meio Ambiente e o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que criou o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (BRASIL, 1981).

Dentro do contexto desse trabalho, entra a RDC nº 306 que classificou os explantes como objetos perfurantes que apresentavam risco á saúde e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos (BRASIL, 2004).

A resolução CONAMA nº 358/2005 dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos, com a proposta de regulamentar as três esferas governamentais (BRASIL, 2005).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou a RDC nº 15, para definir que os explantes devem ser direcionados a central de material e esterilização (CME) para posterior a limpeza e nova esterilização, eliminando microrganismos e assim ser encaminhado para a reciclagem ou entregue ao paciente mediante a solicitação formal, conforme o artigo nº 110, presumindo que a responsabilidade do descarte futuro seja da Prefeitura Municipal do residente (BRASIL, 2012).

A RDC nº 222 definiu o manejo do explante cirúrgico como ação de gestão dos resíduos, a partir da segregação até a disposição final dos estabelecimentos de saúde (BRASIL, 2018).

No entanto, a destinação final é um problema amplo devido as questões econômicas criarem entraves para aplicação das leis, o que, pelo menos, contribui para a deterioração ambiental (FERREIRA, 1995; NUNESMAIA, 2002; SOUZA et al., 2009; BROLLO; SILVA, 2001; SILVA et al., 2011).

3.4 Problemas ambientais com o descarte errado de explantes

No Brasil, não há dados acurados quanto ao número de geradores ou da quantidade de resíduos de explantes nos serviços de saúde.

É relevante retratar que o custo gerado na CME com o tratamento do explante não pode ser considerado na conta do paciente, apesar de requerer o uso de escovas especiais para a limpeza devido a estagnação do cimento ósseo, por não ter produtos específicos para a limpeza desses fragmentos, além de gerar o aumento do consumo de água, tempo de trabalho do funcionário e energia elétrica com os ciclos de esterilização (ROMERO, 2016).

Devido a equação de quilos gerados x gastos com gestão de resíduos, muitas vezes são descartados como perfuro cortantes. Descartados erroneamente o alumínio pode levar de 200 a 500 anos para se decompor na natureza (UNIFESP, 2019; URIOSTE et al., 2018).

3.5 Logística reversa para o descarte de explantes

Ao se tratar da reciclagem dos explantes cirúrgicos, o aço inox pode ser totalmente reaproveitado. Por serem reciclados quimicamente próximo dos materiais de seu ciclo comum, consome menos energia e provoca um menor impacto ambiental (IONIX, 2019; DIOGO, 2013).

A logística reversa apresenta-se como um instrumento para aplicação da responsabilidade compartilhado pelo ciclo de vida dos produtos e o PNRS o conceitua como um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e restituição dos resíduos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Esse tipo de reciclagem deve ser considerado uma estratégia eco eficiente, por ser uma relação entre produzir mais com menor uso de recursos naturais e gerando menos resíduo, minimizando o impacto sobre a natureza, com grande aceitação no meio empresarial através do seu sistema de gestão ambiental (TOLEDO; DEMAJOROVIS, 2006).

3.6 Sistema de gestão ambiental para controle do ciclo dos explantes

Para uma formatação da gestão ambiental é necessário passar pelas etapas de definição da Política Ambiental, organização do Planejamento Ambiental, execução da política pelo do Gerenciamento Ambiental e Manejo Ambiental (BROLLO; SILVA, 2001).

A gestão de resíduos, em particular a dos explantes cirúrgicos ortopédicos, devem estar contempladas dentro da gestão ambiental (AGENDA 21, 1992).

Estruturados sob bancos de dados, os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) integram procedimentos para a capacitação pessoal, acompanhamento de relatórios de desempenho e informação ambiental específicas, para o público interno e externo da empresa (NUNES, UHLMANN; PFITSCHER, 2011).

As oportunidades de melhoria promovidas pelo SGA atuam como contraponto aos desperdícios invisíveis, as perdas de eficiência e aos riscos ocultados, resultando em redução do consumo de matérias primas e das emissões de gases poluentes e resíduos (ESTEVES et al., 2007; MAZZER; CAVALCANTI, 2004).

A ISO 14.000 é um SGA que se baseia na visão organizacional: fazer tudo que precisa ser feito, garantir o compromisso e definir política na gestão ambiental, formular um plano, desenvolver apoio necessário à realização dos objetivos e metas de sua política ambiental e medir, monitorar e avaliar seu desempenho ambiental (MAZZER; CAVALCANTI, 2004).

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, como citado acima e reforçado aqui, não há dados exatos quanto ao número de geradores ou da quantidade de resíduos de serviços de saúde. Em estudos de Urioste e colaboradores (2018) devido a equação de quilos gerados x gastos com gestão de resíduos, muitas vezes são descartados como perfuro cortantes, um grave erro no manejo de resíduos sólidos e que gera repercussões desastrosas ao ambiente.

Por exemplo, descartado erroneamente o alumínio pode levar de 200 a 500 anos para se decompor na natureza (UNIFESP, 2019; URIOSTE et al, 2018).

A reciclagem através da logística reversa deve ser considerado uma estratégia eco eficiente, por ser uma relação entre produzir mais com menor uso de recursos naturais e gerando menos resíduo, minimizando o impacto sobre a natureza (TOLEDO E DEMAJOROVIS, 2006), e os resíduos sólidos de explantes, por sua natureza metálica, apresenta alto potencial de reutilização.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil.** São Paulo, 2016. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf. Acesso em: 3 fev. 2019.

AGENDA 21**. Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos**. In: Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. cap. 21. Rio de Janeiro: Centro de informações das Nações Unidas, 1992.

ALVES, I. J. B. R.; FREITAS, L. S. Análise comparativa das ferramentas de gestão ambiental: produção mais limpa x ecodesign. In: LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. (org.). **Gestão sustentável dos recursos naturais:** uma abordagem participativa. Campina Grande: EDUEPB, 2013. p. 193- 212. Disponível em: http://books.scielo.or-g/id/bxj5n/pdf/lira-9788578792824-08.pdf. Acesso em: 9 fev. 2019.

ASKARIAN, M.; VAKILI, M.; GHOLAMHOSEIN, K. Results of a hospital waste survey in private hospitals in far provinve. Iran: Waste Management. n. 24, 2004. p. 347-352.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 5832-1:** Implantes para cirurgia. Materiais metálicos: Aço inoxidável conformado. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 5832-2:** Implantes para cirurgia. Materiais metálicos: Titânio puro. Rio de Janeiro, 1998a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 5832-3:** Implantes para cirurgia. Materiais metálicos: Liga conformada titânio6-alumínio4-vanádio. Rio de Janeiro, 1998b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 5832-4:** Implantes para cirurgia. Materiais metálicos: Liga fundida cobalto-cromo-molibdênio. Rio de Janeiro, 1998c.

BARBIERI, J. C. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. In: **Gestão ambiental empresarial:** conceitos modelos e instrumentos. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RDC 15/2012.** Boas práticas para o processamento de produtos para saúde. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0015_15_03_2012.html. Acesso em: 8 fev. 2019.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RDC 222/2018.** Boas práticas de gerenciamento de RSS. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3427425/RDC_222_2018_.pdf/c5d3081db33146268448c9aa426ec410. Acesso em: 20 fev. 2019.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RDC n. 306 de 7 de dezembro de 2004.** Regulamento técnico para o gerenciamento de RSS. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res-0306_07_12_2004.html.Acessoem: 13 jul. 2019.

BRASIL. **Decreto no. 7.404 de 23 de dezembro de 2010.** Política nacional de resíduos sólidos. Disponível em: http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUI-VOS_ANE-XO/dec7404;3901;20120820. pdf. Acesso em: 28 fev. 2018.

BRASIL. **Lei nº 2.312 de 3 de setembro de 1954.** Normas gerais sobre defesa e proteção da saúde. Disponível em: http://www2.camara.le-g.br/legin/fed/lei/1950-1959/lei-2312-3-setembro-1954-355129-publicacaooriginal-1-pl.html. Acesso em: 28 fev. 2018.

BRASIL. **Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981.** Política nacional do meio ambiente. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Le-is/L6938.htm. Acesso em: 26 fev. 2018.

BRASIL. **Portaria n. 53 de 01 de março de 1979.** Disponível em: http://www.ima.-al.gov.br/wp-content/uploads/2015/03/Portaria-nb0-53.79.pdf. Acesso em: 28 fev. 2019.

BROLLO, M. J.; SILVA, M. M. **Política e gestão ambiental em resíduos sólidos.** Revisão e análise sobre a atual situação no Brasil. In: 21º Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. João Pessoa: ABES, 2001. Disponível em: http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis-/brasil21/vi-078.pdf. Acesso em 13 jul. 2019.

DIOGO, W. S. Produção do pó do aço AISI 52100 com e sem adição de carboreto de titânio e nobio utilizando moagem de alta energia. **Mestrado Profissional.** Universidade Federal de Itajubá, 2013. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UF-EI_c2172c036ede33952ed75a1e91032-1a8. Acesso em: 1 mar. 2019.

ESTEVES, V. A.; SAUTTER, K. D.; AZEVEDO, J. A. M. **Percepção do impacto de sistema de gestão ambiental em hospitais.** IX ENGEMA. Encontro nacional sobre gestão empresarial e meio ambiente. Curitiba, 2007. Disponível em: http://www.en-gema.org.br/19/edicoes-anteriores/engema-edicao-2012/. Acesso em: 1 mar. 2020.

FERREIRA, J. A. Resíduo solido e lixo hospitalar: uma discussão ética. In: **Cadernos Saúde Pública.** Rio de Janeiro, v.11, n.2, 1995. p.314-320. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010-2311X1995000200015&script=sci_abstract&tlng=pt.Acesso em: 3mar. 2019.

IONIX. **Reciclagem do aço inoxidável.** Disponível em: https://ionix.ind.br/noticias-e-eventos/noticias/reciclagem-do-aco-inoxidavel. Acesso em: 3 mar. 2019.

MAZZER, C.; CAVALCANTI, O. **Introdução a gestão ambiental de resíduos.** INFARMA. v. 16, n. 11-12, 2004. p. 67-77. Disponível em: http://revistas.cff.o-rg.br/infarma/article/view/299. Acesso em: 26 fev. 2019.

NAIME, R. H.; RAMALHO A. H. P.; NAIME I. S. Diagnóstico do sistema de gestão dos resíduos sólidos do hospital das clinicas de Porto Alegre. **Estudos tecnológicos.** v.3, 2007. p.12-36. Disponível em: revistas.unisinos.br/index.ph-p/estudos_tecnologico-s/article/view/5727/29-26%3E. Acesso em: 26 fev. 2019.

NUNES, J. P. O.; PFITSCHER, E. D.; UHLMANN, V. O. Um aporte ao sistema contábil gerencial ambiental: 2ª. geração de indicadores. **Revista de Gestão Social e Ambiental-RGSA.** São Paulo, v.5, n.2, 2011. p.154-171. Disponível em: https://rgsa.emnuvens.com.br-/rgsa/article/view/304. Acesso em: 5 mar. 2019.

NUNESMAIA, M. F. A gestão de resíduos urbanos e suas limitações. **Revista Baiana de Tecnologia**. Bahia. v. 17, n. 1, 2002. p.120-129. Disponível em: http://webresol.org/textos/gestao_de_residuos_urbanos_(nunesmaia_2002).pdf. Acesso em: 6 mar.2019.

ROMERO, L.J. **Implantes e explantes:** Desafios do cotidiano do CC e CME. 14ª. Jornada Nortenoroeste de centro cirúrgico e central de esterilização. Fortaleza-CE. 2016.

SILVA, A.C.N. et al. Regulamentação do tratamento de resíduos infectantes em serviço saúde: revisão de literatura. **Rev.Bras.ciências ambientais.** n.22,2011. Disponível em: www.abesdn.org.br/publicacoes/rbciamb/.../2206_Materia_4_fin-al_artigos287.pdf.Acessoem:24mar.2019.

SOUSA, M. H. et al. Uma abordagem normativa dos resíduos sólidos de saúde e a questão ambiental. **Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental.** v.22, 2009. Disponível em: https://periodicos.furg.br/remea/arti-cle/view/2823/0. Acesso em: 24 mar. 2019.

TOLEDO, A. F.; DEMAJOROVIS, J. Atividade hospitalar: impactos ambientais e estratégias de ecoeficiência. **Revista de gestão integrada em saúde do trabalhador e meio ambiente.** v. 1, n. 2, 2006. Disponível em: www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/In-terfacEHS/wp.../07/2006-v2-art4-portugues.pdf. Acesso em: 24 mar. 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. **Tempo de decomposição de alguns resíduos.** Disponível em: https://dgi.unifesp.br/ecounifesp/index.p-hp?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=11. Acesso em: 24 mar. 2019.

URIOSTE, A.; ZAJAC, M. A. L.; AQUINO, S. A., RIBEIRO, A. P. Logística reversa de explantes cirúrgicos em hospital filantrópico: implantação de um novo modelo ecoeficiente de gerenciamento resíduo hospitalar. **Rev.Gestão e Sistemas Saúde.** v.7, n.3, 2018. Disponível em: http://www.revistargss.org.br/ojs/in-dex.php/rgss/article/view/415.Acessoem:14mar.2019.

VIEIRA NETO, J. B.; RODRIGUES, V. S. Desafios no manejo dos RSS recicláveis do hospital das clínicas de Uberlândia. **TCC Engenharia Biomédica.** UFU. Disponível em: http://repositorio.ufu.br/bitstream/1-23456789/22052/1/tcc%20%20desafios%20no%20manejo%20dos%20resíduos%20sólidos%20de%20saúde%20recicláveis%20do%20hospital%20de%20clínicas%20de%20uberlândia.pdf. Acesso em: 14 mar. 2019.

CAPÍTULO 8

APLICAÇÃO DO AÇO PATINÁVEL EM UMA ADUTORA: UM ESTUDO COMPARATIVO COM O POLICLORETO DE VINILA

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 17/12/2020

Juliana Alencar Firmo de Araújo
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/1359921538852025

Alberto Antunes e Silva Oliveira
Centro Universitário Christus
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/7836962538374885

Maria Patrícia Sales Castro
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/8607236361605537

Sílvia Helena Lima dos Santos
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/4000956312603393

Rejane Felix Pereira
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/4200777036531261

Paula Nobre de Andrade
Centro Universitário Christus
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/4706181732185571

Wescley de Sousa Fernandes
Centro Universitário Christus
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/8313425886119627

Flávia Telis de Vilela Araújo
Universidade de Fortaleza
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/3131925515033230

César Bündchen Záccaro de Oliveira
Centro Universitário Christus
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/9179781836301692

Fernando José Araújo da Silva
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/1248533911274093

RESUMO: A água é um importante recurso natural, estando presente em diversas facetas da nossa sociedade, desde o seu uso para o consumo humano até o seu uso em processos industriais. No entanto, no Brasil, há uma grande perda (38,1%) na quantidade de água dentro dos sistemas. No Nordeste, região mais afetada pela escassez da água, essa perda chega a aproximadamente 46,3%. Dentro desse contexto, o presente trabalho busca comparar as perdas de carga em tubulações de aço patinável e PVC DeFoFo, com diâmetros de 200 mm e 350 mm, inserindo os coeficientes pesquisados e estudados nas fórmulas de Hazen-Williams e Darcy-Weisbach, além da obtenção de cotações dos preços de tubulações com esses materiais

para comparativo desses valores. Nos resultados, os valores médios das perdas de cargas, utilizando a fórmula mais usual de Darcy-Weisbach, se tornaram inferiores quando aplicados em comparação à Hazen-Williams e igualitários para os materiais estudados. Quanto aos preços das tubulações, os tubos de aço patinável se tornaram mais elevados em comparação ao PVC DeFoFo de 200 mm e 350 mm. Com isso, conclui-se que a tubulação da adutora utilizando o aço patinável torna-se viável para sistemas adutores, devendo estudar também os custos executivos e valores produtivos para sua viabilização técnico-econômica.
PALAVRAS-CHAVE: Aço patinável, PVC DeFoFo, Perda de carga, Adutora.

APPLICATION OF WEATHERING STEEL IN A WATER MAIN: A COMPARATIVE STUDY WITH VINYL POLYCHLORIDE

ABSTRACT: The water is an important natural resource, being present in several facets of our society, from its use for human consumption to industrial processes. However, in Brazil, there is a great loss (38.1%) in amount of water inside the systems. In Brazilian Northeast, the region most affected by water scarcity, this loss amounts is approximately 46.3%. In this context, the present work seeks to compare the head losses in weathering steels and PVC pipes, with diameters of 200 mm and 350 mm, inserting the coefficients researched and studied in the formulas of Hazen-Williams and Darcy-Weisbach, besides to obtaining quotations of pipe prices with these materials to compare these values. In results, the average values of the head losses, using the most usual formula of Darcy-Weisbach, became inferior when applied in comparison to Hazen-Williams and equal for the studied materials. As for pipe prices, weathering steels have become higher compared to PVC of 200 mm and 350 mm diameter. It is concluded that the adductor pipes using weathering steel becomes viable for adductor systems, and must study the executive costs and productive values for its technical-economical viability.
KEYWORDS: Weathering Steel, Modified PVC, Head Loss, Water main.

1 | INTRODUÇÃO

A lei de Política Nacional de Recursos Hídricos (lei nº 9.433, de janeiro de 1997) formaliza, no artigo 1º, que a água é um bem de domínio público e, em situações de escassez, o uso dos recursos hídricos tem de ser prioritário ao consumo humano. Já o artigo 2° implica no incentivo e na geração da captação, preservação e aproveitamento de águas pluviais, bem como o fornecimento dos recursos em padrões de qualidade necessários para os respectivos usos de modo a possibilitar a disponibilidade de água para as gerações atuais e futuras.

Estima-se que, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), a população brasileira será de 228.116.279 habitantes em 2045, consequentemente necessitando do sistema básico adequado para suprir as necessidades humanas no consumo de água.

Com o exposto, para atingir os objetivos, deve haver infraestrutura de qualidade adequada para a distribuição da água. Porém, de acordo com o Sistema Nacional de

Informações sobre Saneamento (SNIS, 2016), cerca de 38,1% da água coletada e tratada são desperdiçadas. Isso se deve ao fato da ocorrência de perdas no sistema ocasionadas por vazamentos em adutoras, redes, ramais, conexões, reservatórios e principalmente em tubulações de rede de distribuição, ocasionados pela elevada pressão.

O SNIS (2016) também afirma que esses vazamentos estão relacionados às qualidades dos materiais empregados, à idade das tubulações e à mão-de-obra desqualificada. Além disso, existem ligações clandestinas e fraudes realizadas pela própria população, a qual há instalação de uma tubulação para captação de água que é proveniente de uma rede ou adutora existente, acarretando perdas de água no sistema, diminuição da vida útil da tubulação interferida devido a pressões internas e intervindo nas obtenções precisas de medições de pressão e vazão do sistema.

Dessa maneira, cabe realizar a escolha mais adequada da tubulação para evitar manutenções repentinas, perdas de água não calculadas, troca de tubulações e, principalmente, transtornos à população, acarretando, nesse conjunto, gastos excessivos de recursos financeiros para a correção.

No Nordeste, essa perda de água existente chega a 46,3% e, no levantamento realizado pela prestadora do serviço da CAGECE, no Ceará, a perda é de, aproximadamente 41,6% (SNIS, 2016). A Figura 1 mostra o percentual de perda de água na distribuição no ano de 2016, relacionando as regiões do Brasil com os estados do Nordeste.

Conforme a Agência Nacional de Águas (ANA, 2010), "as regiões Norte e Nordeste são as que possuem, relativamente, as maiores necessidades de investimentos em sistemas produtores de água (mais de 59% das sedes urbanas)".
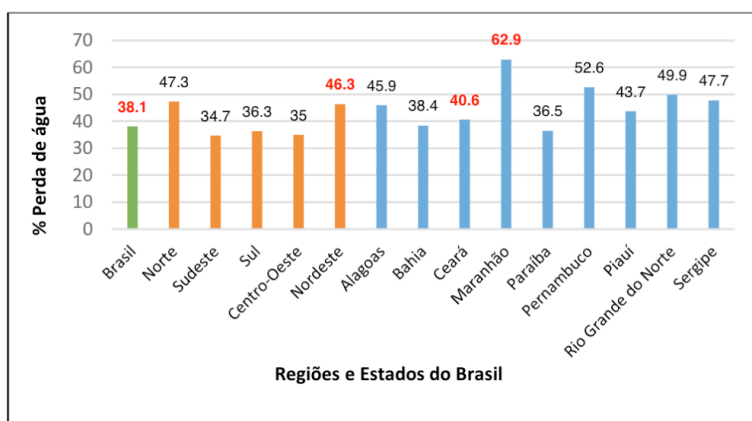
Figura 1 – Percentual de perda de água na distribuição comparando as regiões do Brasil com os estados do Nordeste.

Fonte: Adaptado pelos autores com base nos dados do SNIS, 2016.

Desse modo, se faz necessário estudar quais os materiais que estão sendo mais empregados para os sistemas adutores de água e seus preços de mercado, quais as propriedades mecânicas desses elementos, e suas influências nessa perda de carga que o SNIS (2016) afirma que são caracterizadas por ineficiências técnicas, colaborando com a escassez hídrica em várias regiões do Brasil.

Desta forma, foi realizada uma análise comparativa das perdas de carga entre tubulações de PVC DeFoFo e aço patinável em um sistema adutor já inserido em *software* de estudo do comportamento de escoamento em conduto forçado em tubulações de recalque.

2 | MATERIAS E MÉTODOS

Nesse processo, foi realizado o comparativo com os dados obtidos do *software* com as fórmulas universais de Hazen-Williams e Darcy-Weisbach aplicadas no programa *Microsoft Excel* para o estudo das perdas de cargas referentes às tubulações de PVC DeFoFo e Aço Patinável. Para isso, foi utilizado como o estudo do caso, um sistema hidráulico de uma adutora já existente contida no UFC6, Adutora Alto do Sertão, e o programa EPANET, para otimização do sistema para a análise das perdas de carga. Esse procedimento pode ser visualizado no fluxograma da Figura 2.
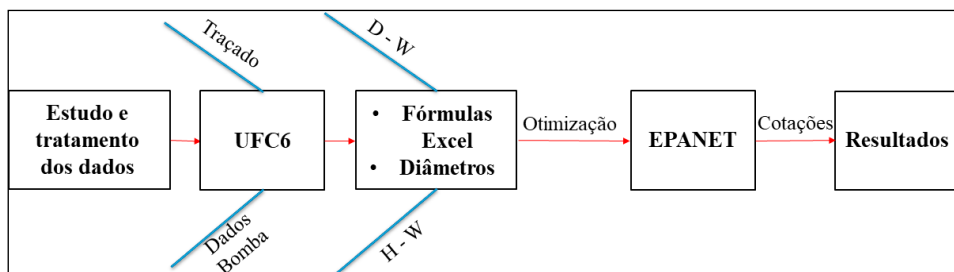
Figura 2 - Fluxograma da estrutura geral da pesquisa.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

2.1 Programa UFC6

O programa UFC6 apresenta sua Versão 2.0 de março de 2010 e é um *software* para o cálculo de Transientes Hidráulicos, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (DEHA) do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará (UFC).

O programa proporciona uma fácil utilização para observação principal do comportamento das ondas de sobrepressão e subpressão, e verifica o fenômeno do “golpe

de aríete” nas tubulações. Além disso, o programa permite intepretações referentes às perdas de carga no sistema (UFC, 2010).

Para esse trabalho foram consideradas o sistema adutor do Alto Sertão (AL), adotando parte do comprimento total da tubulação para 3.720 metros de extensão.

2.2 Adutora do Alto Sertão

A adutora do Alto Sertão localiza-se no estado do Alagoas. De acordo com os dados do IBGE (2018), o estado possui uma área de 27.848,140 km² e, referente ao censo de 2010, uma população de 3.120.494 pessoas conforme ilustrado na Figura 3.
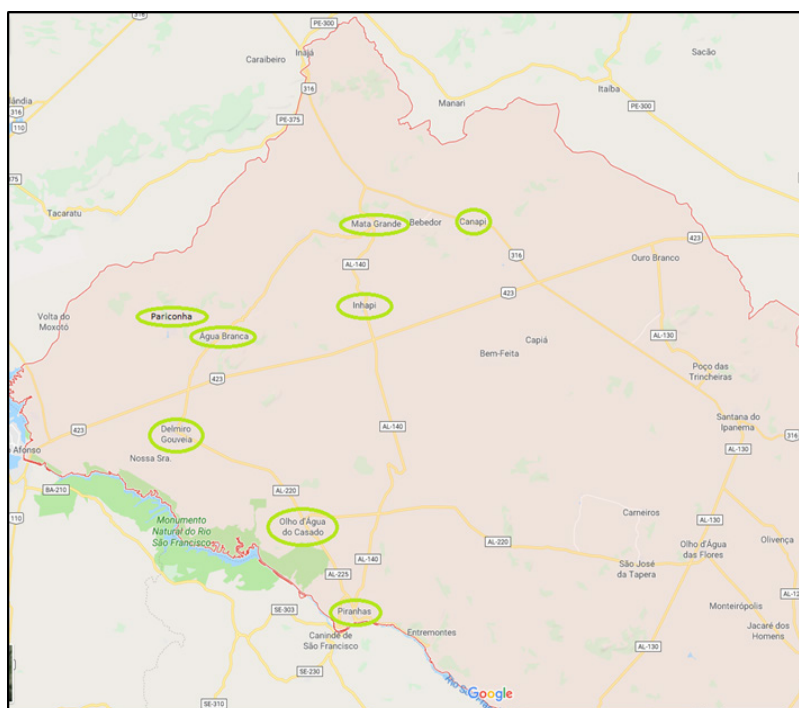
Figura 3 – Localização do Alto Sertão, PB.

Fonte: Acervo dos autores.

A adutora é composta por uma estação elevatória de água bruta, uma unidade de tratamento de água, duas estações elevatórias de água tratada, dois reservatórios apoiados e 104,5 quilômetros de tubulação adutora de água tratada de ferro fundido. O governo do Estado de Alagoas, por meio da Secretaria de Estado da Infraestrutura (Seinfra), foi responsável pela execução das obras.

Essa adutora faz parte do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e foi inaugurada em 2016, com o objetivo de levar água para a região mais seca e árida do

estado, região de Delmiro Gouveia, abastecendo 8 (oito) municípios, dentre eles as cidades de Água Branca, Canapi, Delmiro Gouveia, Inhapi, Mata Grande, Olho d'Água do Casado, Pariconha, Piranhas e mais 24 povoados, de acordo com o Ministério da Integração Nacional (MIN, 2013).

O programa UFC 6 disponibiliza os dados de entrada do sistema adutor e os dados da bomba de recalque existente no sistema. Assim, o traçado da adutora de Alto Sertão realizado com as cotas em cada nó pode ser visualizado na Figura 4.
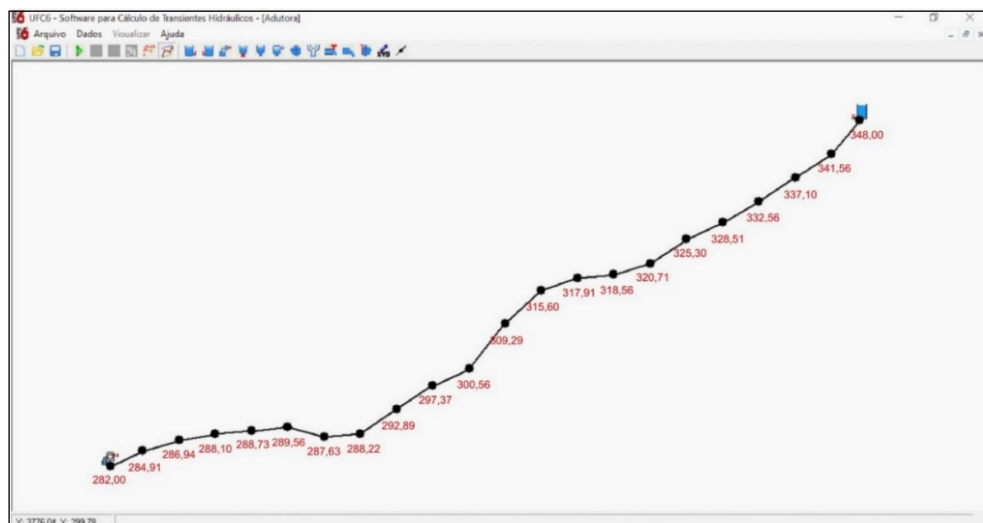
Figura 4 - Traçado da Adutora de Alto Sertão pelo programa UFC6.

Fonte: Acervo dos autores.

2.3 Fórmulas universais

Para o cálculo comparativo com as fórmulas universais, foi estipulado para os valores inseridos nas fórmulas a partir de pesquisas de dados referentes a diâmetros da tubulação, espessura dos tubos e pressão por meio de catálogos de fabricantes.

Para a aço patinável foram utilizados os diâmetros de 8” e 14”, espessura da parede do tubo de 4,75 mm. Já para o PVC DeFoFo foram utilizados os diâmetros de 200 mm e 350 mm, compatível com o do aço, e as espessuras das paredes dos tubos de 8,90 mm e 15,20 mm, respectivamente, como mostra a Tabela 1.

Espessuras das paredes dos tubos (mm)			
PVC DeFoFo			
Diâmetro (mm)	Amanco (2017)	Corr Plastik (2018)	Tigre (2015)
200	8,90	8,90	8,90
350	-	15,20	15,20
Aço Patinável			
Diâmetro (mm)	Alvenius (2017)	Pipe (2018)	Santa Rita (2017)
200 (8")	4,75	4,75	4,75
350 (14")	4,75	4,75	4,75

Tabela 1 - Espessuras das paredes dos tubos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

2.4 Programa EPANET

O EPANET é o programa para modelagem hidráulica e de qualidade de água mais empregado no mundo. Com ele, o usuário poderá realizar simulações estáticas e dinâmicas de um comportamento hidráulico e de qualidade da água em redes pressurizada para distribuição. Com essa finalidade, "o EPANET permite obter os valores da vazão em cada tubulação, da pressão em cada nó, da altura de água de cada reservatório de nível variável [...]" (GOMES,2009).

Além disso, o *software* também permite otimizar o sistema por meio de cálculo da perda de carga utilizando as fórmulas universais, perdas de cargas em curvas, alargamentos, modelagem dos principais tipos de válvulas, modelagem de bombas, entre outras capacidades.

2.5 Cotações

Relacionando os preços dos tubos referentes às adutoras de PVC DeFoFo e aço patinável, foram realizadas pesquisas de mercado com diferentes empresas no ramo hidráulico, além da obtenção desses valores em tabelas existentes do mês de novembro de 2018. Com isso, havendo um quantitativo voltado apenas para os tubos e não envolvendo preços de execução, movimentação de terra, entre outros.

Foram utilizados para as cotações os tubos de PVC DeFoFo com junta elástica integrada. Já para o aço patinável, foi preferível à pesquisa de preço, para os tubos com diâmetro de 203 mm e 355,6 mm, espessura de 4,75 mm, fabricados conforme a norma AWWA C200, em aço COR (resistência a corrosão atmosférica) 400, com pontas preparadas para receber o acoplamento flexível tipo K20, inclusive os acoplamentos e anéis de vedação.

3 I RESULTADOS

Com a coleta do traçado da adutora e dados da bomba a partir do *software* UFC6, foram organizados os dados conforme a Tabela 2.

Dados: Fórmulas H-W e D-W											
	Q (m^3/s)	D (m)	u cn (m^2/s)	e (m)	Re	e /D	C	f	L (m)	v (m/s)	g (m/s^2)
Aço Patinável (8")	0,165000	0,2032	0,000001	0,00004	5.087.994,76	0,00019685	130	0,013952641	Trechos	3,5	9,8
PVC DeFoFo (200 mm)	0,165000	0,2000	0,000001	0,000005	5.252.113,12	0,000025	140	0,010308045	Trechos	3,5	9,8
Aço Patinável (14")	0,165000	0,3556	0,000001	0,00004	1.661.386,05	0,000112486	130	0,013223808	Trechos	3,5	9,8
PVC DeFoFo (350 mm)	0,165000	0,3500	0,000001	0,000005	1.714.975,71	0,000014286	140	0,011096382	Trechos	3,5	9,8
OBS: Viscosidade cinemática adota para o fluido água a um temperatura de 20°C.											

Tabela 2 - Dados para as fórmulas de H-W e D-W.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para esses casos foram calculados os valores do número de Reynolds, fator de atrito, pela fórmula de Swamee-Jain; utilização da velocidade máxima de serviço permitida em um sistema adutor de acordo com a NBR 12218 (1994); e, vazão no sistema pelo dado contido no *software* UFC6. Os valores de rugosidade e coeficiente de Hazen-Williams foram obtidos por meio da análise de diferentes tabelas referenciais.

Foram desprezadas as perdas de cargas localizadas para conexões, curvas e acessórios, tendo em vista que o comprimento total do trecho da adutora estudada, 3.720,00 m, superou 4.000 vezes os valores analisados para os diferentes diâmetros das tubulações.

Para os cálculos das perdas de cargas nos trechos da adutora utilizando a fórmula de Hazen-Williams, os valores das perdas podem ser visualizados na Figura 5, comparando a tubulação de aço patinável 8” com o PVC DeFoFo de 200 mm, observando que houve uma menor perda de carga para o tubo de PVC, obtendo uma média de 19,38 m para o aço patinável e 18,25 m para o PVC DeFoFo.
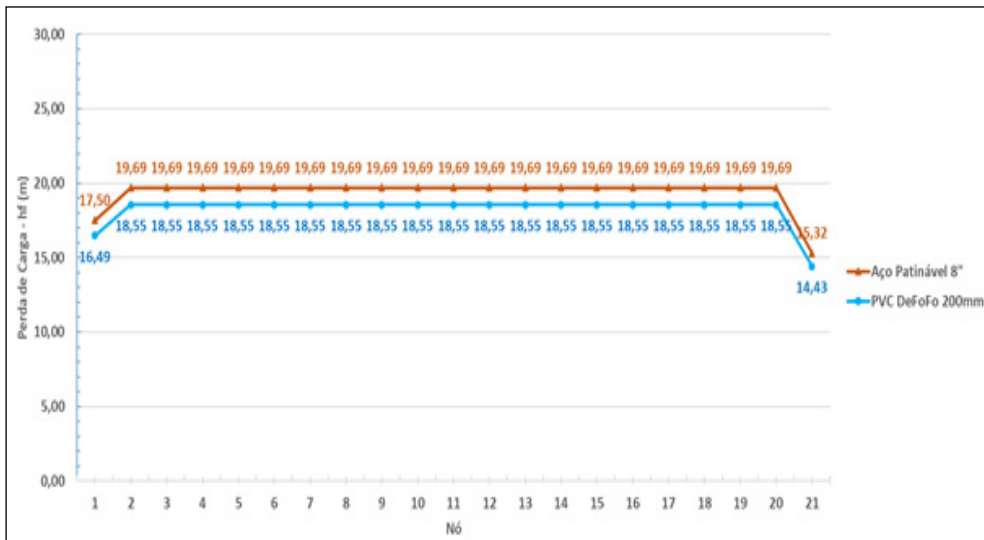
Figura 5 - Gráfico comparativo de perda de carga para o diâmetro de 200 mm utilizando H-W.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

O mesmo gráfico foi gerado utilizando a fórmula de Hazen-Williams, porém com dados para o diâmetro de 350 mm, e a equivalência para o aço patinável de 14” (355,6 mm). E, como estudado, a tendência é a diminuição das perdas de cargas com o aumento do diâmetro, obtendo uma média entre os trechos da adutora da perda de carga (h_f) para a tubulação de aço patinável 14”, de 1,27 m e para o PVC DeFoFo 350 mm, de 1,20 m. Uma redução de aproximadamente 93,44% de perda de carga com o aumento de 1,75 o diâmetro do tubo.

Para a fórmula de Darcy-Weisbach, foi obtido o resultado a partir da comparação similar realizada para Hazen-Williams obtendo uma média das perdas de carga nos trechos de 7,60 m e 5,71 m, utilizando tubulação de aço patinável 8” e PVC DeFoFo 200 mm, respectivamente.

A redução das perdas de carga nos trechos também foi visualizada para a formulação de Darcy-Weisbach com a utilização dos diâmetros de 350 mm, conforme gráfico na Figura 6.
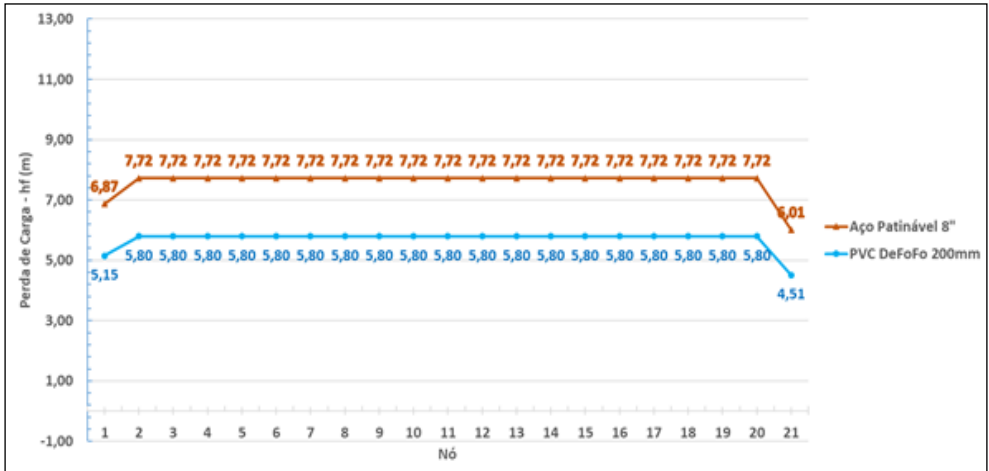
Figura 6 - Gráfico comparativo de perda de carga para o diâmetro de 350 mm utilizando D-W.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

O programa EPANET realizou a otimização dos dados de vazão para a formulação de Hazen-Williams (H-W), e fator de atrito e velocidade para Darcy-Weisbach (D-W). Os resultados para as perdas de carga então geradas pelo *software*, podem ser visualizadas na Figura 7, para o diâmetro de 200 mm, e, na Figura 8, para 350 mm. Sendo um valor único para cada trecho gerado pelo programa devido os comprimentos dos trechos serem similares.
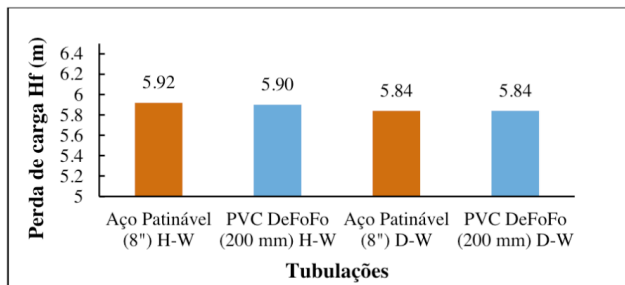
Figura 7 - Gráfico das perdas de cargas para tubos de 200 mm utilizando EPANET.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).
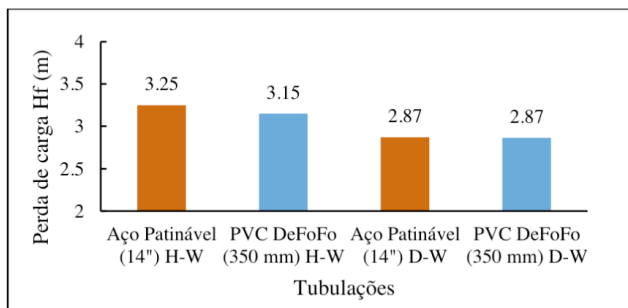
Figura 8 - Gráfico das perdas de cargas para tubos de 350 mm utilizando EPANET.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Desse modo, pode-se verificar que os resultados das perdas de cargas para as tubulações de aço patinável e PVC DeFoFo com a otimização do EPANET, são sensivelmente similares, utilizando a configuração de Hazen-Williams, e iguais quando utilizados os coeficientes para Darcy-Weisbach. Sendo a fórmula de Darcy-Weisbach a mais usual, pois pode ser aplicada a todos os regimes de escoamento e líquidos, enquanto a formulação de Hazen-Williams aplica-se apenas para água e escoamento turbulento. Para diâmetros menores, o PVC DeFoFo também oferece uma menor perda de carga nos trechos, pelo fato de apresentar valores obtidos para a rugosidade inferiores e com características mais lisas que o material de aço patinável.

Para os preços de mercado, pode-se verificar a presença de valores tabelados para os tubos de PVC DeFoFo de 100 a 300 mm, havendo uma média de preço por metro da tubulação DeFoFo de 200 mm no valor de R$ 124,91. Por outro lado, o mesmo valor pesquisado em cotações de empresas, apresentaram um preço por metro de R$ 234,13 para o tubo de diâmetro de 200 mm e R$ 455,84 para 350 mm. Com relação ao aço patinável, o mesmo não apresenta valores tabelados, sendo necessário a pesquisa de mercado para obtenção dos seus custos. Com isso, para o diâmetro de 8” o preço médio do tubo obteve um resultado de R$ 451,77 por metro, enquanto, para os tubos de 14”, esse valor se aproximou da média de R$ 827,78.

Em ambas as cotações, foram adotados os custos do transporte (frete) e, comparando apenas os valores das tubulações com as respectivas descrições, pode-se observar o preço total de acordo com a Tabela 3.

Descrição do material	Preço Unitário (R$/metro)	Preço Total (R$)
Tubo PVC DeFoFo, Junta Elástica Integrada, 1MPa, DN 200	R$ 234,13	R$ 870.976,00
Tubo com diâmetro de 203mm x esp=4,75mm, fabricados conforme AWWA C200, aço carbono CST COR 400, com pontas preparadas para receber acoplamento K20, inclusive os acoplametos e anéis de vedação.	451,77	R$ 1.680.584,40
Tubo PVC DeFoFo, Junta Elástica Integrada, 1MPa, DN 350	R$ 455,84	R$ 1.695.735,65
Tubo com diâmetro de 355,6mm x esp=4,75mm, fabricados conforme AWWA C200, aço carbono CST COR 400, com pontas preparadas para receber acoplamento K20, inclusive os acoplametos e anéis de vedação.	827,78	R$ 3.079.341,60

Tabela 3 - Preços comparativos das tubulações.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Com isso, comparando os tubos de diâmetros similares, a adutora de aço patinável apresentou um aumento no preço total de 92,95% e 81,60% para os diâmetros de 8” e 14”, respectivamente.

4 | CONCLUSÕES

Pelas simulações geradas para diferentes diâmetros, pode-se concluir que as perdas de cargas para os tubos de maiores diâmetros obtiveram menores valores para ambos os materiais. Os tubos de PVC DeFoFo apresentaram uma sensível redução da perda de carga quando comparado aos tubos de aço patinável, na aplicação das fórmulas pelo *Excel*, utilizando os parâmetros adotados.

Na otimização do sistema pelo EPANET, as perdas de cargas tornaram-se similares quando utilizada a fórmula universal de Darcy-Weisbach no sistema, adaptando as velocidades, vazões e rugosidades para os tubos estudados. Verificando que os tubos de aço patinável tornam-se viáveis para opção de adutoras, em relação à perda de carga, para utilização em adutoras.

Desse modo, cabe averiguar os quesitos de custos nas execuções, o suporte das pressões de trabalho dos tubos no sistema (golpe de aríete), trabalhabilidade, disponibilidade dos materiais e viabilidade técnico-econômica para a utilização do aço patinável em obras de tubulações de recalque em conduto forçado para o transporte de água para o abastecimento público.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional**. Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape, 2010.

BRASIL. **Lei N° 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

GOMES, H. P.; SALVINO, M. M.: **EPANET 2.0 Manual do Usuário**. Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da UFPB, Brasil, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama Brasil / Alagoas.** 2010. Disponível em:< https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/panorama>. Acesso em: 10 de outubro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeção da População do Brasil por Sexo e Idade para o Período 2000/2060.** Agosto de 2013.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS): **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2017.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL: **Custo de composições analítico – Ceará**. [S.I.], SINAPI, 16 de abril de 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC). **Manual UFC6 Software para cálculo de transientes hidráulicos Versão 2** – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, 2010.

CAPÍTULO 9

QUALIDADE DA ÁGUA E INCIDÊNCIA DE DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA NO CANAL SÃO GONÇALO, PELOTAS/RS

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 08/12/2020

Josiane Pinheiro Farias
Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Pelotas- Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/9548569790288183

Thays França Afonso
Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Pelotas- Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/4434140906417586

Carolina Faccio Demarco
Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Pelotas- Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/3166438553797256

Robson Andreazza
Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Pelotas- Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/5706766977817721

Maurizio Silveira Quadro
Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias
Pelotas- Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/1749935262841216

RESUMO: O canal São Gonçalo é responsável pela ligação da Lagoa dos Patos com a Lagoa Mirim e vêm sofrendo alterações em suas características físicas, químicas e biológicas, devido ao lançamento de efluentes sem tratamento. Para a avaliação da qualidade da água, foi utilizado o Índice de Qualidade da Água, de acordo com a metodologia da CETESB. A determinação da concentração de coliformes fecais foi realizada pelo método de tubos múltiplos com meio de cultura A-1. Foram realizadas 10 coletas de água no período de 2013 à 2015, em cinco pontos amostrais ao longo do Canal São Gonçalo. No período monitorado, a água do Canal São Gonçalo recebeu três classificações de qualidade de água: 30,76% obteve valor de IQA correspondentes a qualidade de água aceitável, 30,76 % qualidade ruim e 38,46% qualidade boa. Pode-se dizer que a água do Canal São Gonçalo vem sofrendo grandes interferências ocasionando a degradação de qualidade da água. O valor elevado de coliformes fecais encontrado em alguns pontos pode ser relacionado à contribuição de despejos de esgotos sanitários provenientes do centro urbano de Pelotas, representando uma ameaça à população devido à possível disseminação de doenças.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos Hídricos, Saúde Pública, Meio Ambiente

WATER QUALITY AND INCIDENCE OF WATER TRANSMISSION DISEASES IN THE SÃO GONÇALO CANAL, PELOTAS / RS

ABSTRACT: The São Gonçalo channel is responsible for the connection of Lagoa dos Patos to Lagoa Mirim and has undergone changes in its physical, chemical and biological characteristics due untreated effluents. In order to evaluate water quality, the Water Quality Index was used, according to CETESB methodology. The determination of fecal coliform concentration was performed by the multiple tube method with culture medium A-1. Ten water samples were collected from 2013 to 2015, at five sampling points along the São Gonçalo Canal. In the monitored period, water from the São Gonçalo Channel received three water quality classifications: 30,76 % obtained an IQA value corresponding to acceptable water quality, 30,76 % poor quality and 38,46 % good quality. It can be said that the water of the São Gonçalo Channel has suffered great interference, causing degradation of water quality. The high value of fecal coliforms in some sites may be related to the contribution of sanitary sewage dumps from the urban center of Pelotas, representing a threat to the population due to the possible spread of diseases.
KEYWORDS: Water Resources, Public Health, Environment.

1 I INTRODUÇÃO

O canal São Gonçalo localiza-se na porção sudeste da cidade de Pelotas. Este canal é responsável pela ligação da Lagoa dos Patos com a Lagoa Mirim, possui extensão de 76 km, largura variando entre 200 e 300 m e profundidade média de 6 m. O canal São Gonçalo tem normalmente o sentido de escoamento da porção Sudoeste-Nordeste, porém dependendo do desnível entre às lagoas e da ação dos ventos o fluxo de água é invertido. Na inversão do fluxo ocorre a intrusão de água salobra proveniente da Lagoa dos Patos no canal, posteriormente na Lagoa Mirim. Mas, atualmente a salinização da Lagoa Mirim é impedida pelo fechamento das comportas da Barragem eclusa que está localizada a 3 km da cidade de Pelotas (ALBA, 2010; DNIT, 2014).

As águas do canal São Gonçalo sofrem alteração das características físico-química e biológica, devido ao deságue de água de diferentes arroios e canais que permeiam a zona urbana e rural de Pelotas, destacando-se o canal Santa Bárbara, o Canal do Pepino e o Arroio Pelotas, os quais recebem resíduos sólidos, esgotos domésticos e águas residuais do meio urbano e rural (CALDAS; SANCHES FILHO, 2013; SANCHES FILHO et al., 2017).

Apesar da relação intrínseca entre saúde e qualidade de água, atualmente no Brasil ainda existem várias lacunas inerentes de interpolação das informações análogas, e suas particularidades culturais, ambientais e socioeconômicas (FUNASA, 2013). Essas informações análogas sobre a situação da qualidade dos corpos hídricos são geralmente convertidos em índices e indicadores ambientais que são de fácil compreensão por grande parte da sociedade. O índice mais utilizado é o de qualidade de águas (IQA), que consiste na sintetização de vários parâmetros em um único número.

Como município de Pelotas ainda não possuí 100% da população atendida pelos sistemas básicos de saneamento (PELOTAS, 2013). Desse modo, a população deste município é passível de contrair doenças que são disseminadas pela água. As doenças são transmitidas de diversas maneiras: pela ingestão direta de água contaminada, pelo contato da pele ou mucosas, pela picada de vetores e consumo de alimentos *in natura* que foram irrigados com água contaminada, os quais não foram devidamente higienizados pelo consumidor.

As principais doenças transmitidas pela água são: hepatite A, doenças diarreicas agudas de diferentes etimologias (Escherichia coli, rotavírus, giárdia), verminoses, leptospirose, otites, conjuntivites, dengue (ANA, 2013). No estado do Rio Grande do Sul, entre os anos de 2001 e 2005 foram confirmados 2.510 casos de leptospirose, sendo deste 6,3% culminaram em óbitos (MS, 2006). Como rotineiramente é inviável a detecção de microrganismos patogênicos, embora necessários no monitoramento de recursos hídricos, uma solução encontrada para o controle de qualidade microbiológica da água foi através da avaliação da presença de organismos indicadores de contaminação fecal. Os Coliformes Termotolerantes, e Escherichia coli são os microrganismos utilizados como indicadores de contaminação fecal (CETESB, 2007), devido a estes microrganismos estarem presentes em grande quantidade em material de origem cloacal, não se multiplicar em águas naturais e ser de fácil detecção por métodos laboratoriais simples e rápidos.

Por esse motivo, este trabalho tem como objetivo realizar o diagnóstico qualitativo da água do Canal São Gonçalo a partir do índice IQA, juntamente com a determinação da concentração de coliformes fecais.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas coletas de água em cinco pontos ao longo do Canal São Gonçalo, conforme ilustrado na Figura 1.
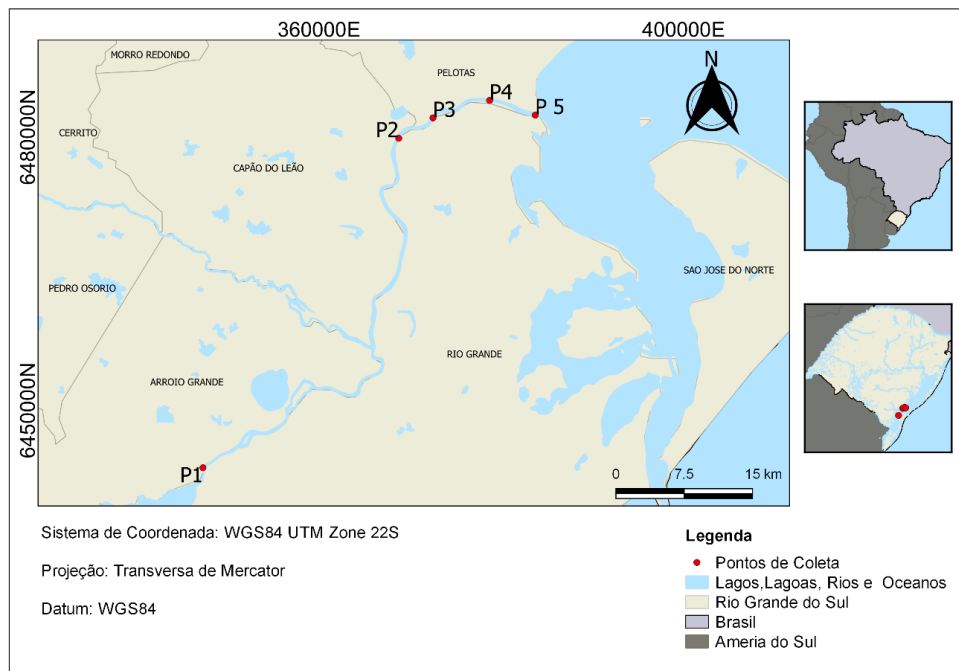
Figura 1- Pontos amostrais no Canal São Gonçalo.

As amostras foram do tipo simples, de superfície, em média de 0,20 a 0,5 m de profundidade, com armazenagem em frascos de vidro transparentes devidamente esterilizadas, assim como todo o material utilizado no procedimento de inoculação (no frasco é adicionada uma solução de preservação). Foram realizadas 10 coletas de água no período de 2013 a 2015. Todo procedimento amostral foi realizado de acordo com a APHA *et al*. (2005).

O Índice de Qualidade de Água foi mensurado a partir de um produtório de nove parâmetros (Fósforo Total, pH, Coliformes Termotolerantes, DBO5, NTK, Diferencial de Temperatura, Oxigênio dissolvido, Sólidos totais e Turbidez).

A determinação de coliformes fecais foi realizada pelo método de tubos múltiplos com meio de cultura A-1 (CETESB, 2007).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação qualitativa da água do Canal São Gonçalo foi realizada de acordo com a Agência Nacional de Águas no Brasil. No período monitorado a água do Canal São Gonçalo recebeu três classificações de qualidade de água: 30,76% obteve valor de IQA correspondentes a qualidade de água aceitável, 30,76% qualidade ruim e 38,46% qualidade boa. Pode-se dizer que a água do Canal São Gonçalo vem sofrendo grandes

interferências ocasionando a degradação de qualidade da água. Pois, segundo Mizutori (2009), corpos hídricos que recebem classificação de qualidade de água aceitável e ruim sofrem grandes interferências e degradação. Na Tabela 1, observa-se que o ponto 4, apresenta baixos valores de IQA, que podem ser atribuídos ao fato da localização deste ser próximo ao ponto de lançamento de efluente doméstico, provenientes da cidade de Pelotas. O ponto 5, provavelmente, o baixo valor de IQA está associado ao transporte de nutrientes contidos no efluente doméstico, pois o sentido de escoamento, na maior parte do tempo, dá-se do sentido Mirim, Patos. Já para os pontos (1,2 e 3) que estão a montante da cidade apresentam uma melhora de qualidade água, provavelmente próximo destes pontos a entrada de nutrientes é menor em relação aos pontos 4 e 5.

Locais	**IQA**		
	2013	**2014**	**2015**
P1	72,98±1,23	69,99±14,12	NR*
P2	65.37±0.22	74.63±5.15	59.65±15.90
P3	53.00±11.25	65.03±9.16	56.57±12.04
P4	43.25±3.54	40.19±3.25	NR*
P5	44.80±0.62	56,54±10.76	49.62±2.18

Tabela 1: Índice de qualidade da água médio e desvio padrão para o Canal São Gonçalo

*Não Realizado

As bactérias do grupo coliforme são utilizadas como indicador de contaminação de água, porque esta bactéria é encontrada nas fezes de animais e inclusive do ser humano (FUNASA, 2006). Assim, indicam o grau de contaminação fecal do corpo hídrico.

As concentrações de coliformes fecais são apresentadas na Tabela 2. Os pontos 4 e 5 apresentam a maior concentração de coliformes em grande parte das amostragens, com exceções da 4ª e 7ª amostragem. O valor elevado de coliformes pode ser relacionado à contribuição de despejos de esgotos sanitários provenientes do centro urbano de Pelotas. Os valores oscilam entre 7,8 a 9.200 NMP.100 mL-1 e de 1.600 à 160.000 NMP.100 mL-1 para os pontos 5 e 4 respectivamente. De acordo com Oliveira *et al.* (2002), corpos d'água no perímetro urbano apresentam concentração acima de 2.400 NMP.100 mL-1 de coliformes fecais.

Os pontos 1 e 2 apresentam intervalos de coliformes de 1,8 à 1.600 NMP.100 mL^{-1}, já o ponto 3 concentração de coliformes de 3,1 a 2.200 NMP.100 mL^{-1} são valores inferiores aos pontos 4 e 5. Estes valores podem ser atribuídos à velocidade de escoamento da água

do sentido Mirim-Patos, o que acarreta carreamento do material de orgânico proveniente do canal Santa Bárbara para zonas à jusante. De acordo com Burns (2010), a velocidade de escoamento do canal são Gonçalo é da ordem de 0,6 $m.s^{-1}$ correspondo uma descarga média de 700 $m3.s^{-1}$. E ainda segundo Oliveira *et al.* (2002) em zonas de interface terra-água onde é grande o volume de água tem como tendência a diluição de carga de esgotos que recebe apresentam valores de 21,2 à 175 coliformes fecais.

Os valores de coliformes observados na ligação do canal São Gonçalo com a Lagoa Mirim (ponto 1) são baixos, podendo ser atribuído ao processo de diluição da carga de esgotos e pela velocidade de corrente. Pois a, variação de concentração dos organismos ao longo dos rios se deve aos fatores como velocidade corrente, oxigênio dissolvido, substrato, a temperatura, o alimento, e outros organismos (SILVEIRA, 2004).

Estação	1	2	3	4	5
Nº Amostral	**Unidade: NMP.100 mL^{-1}**				
1	20	270	2.200	160.00	>1600
2	<1,8	110	140	>1.600	9.200
3	240	<1,8	>1.600	>1.600	>1.600
4	2	<1,8	4,5	1.600	48
5	1,8	70	49	>1.600	>1.600
6	1,8	2	5,6	1.600	920
7	1.600	33	3,6	NR*	7,8
8	>1.600	21	3,1	NR*	>1.600
9	NR*	1.600	>1.600	NR*	>1.600
10	NR*	240	1.600	NR*	>1.600

Tabela 2 - Concentrações de Coliformes Fecais nas amostras

*NR Não Realizado

A água, quando contaminada com material de origem fecal, é meio muito eficiente de transmissão e disseminação de diversas doenças ao homem. Essas doenças podem ser causadas por contaminantes biológicos: vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos (MAROUELLI *et al*., 2014).

O Ponto 5, onde o canal São Gonçalo encontra a Lago dos Patos, onde a população utiliza o recurso hídrico como turismo de sol e praia, é um dos pontos de maior fragilidade em função das características da água. No ano de 2012 na cidade de Pelotas foram notificados 7 casos de hepatite- A, tendo como coeficiente de variação 0,8 por 100.000 habitantes (CEVS, 2012).

E de acordo com Cevs (2012), as prováveis fontes de infecção por hepatite- A notificados no estado RS procedeu-se via alimento e água correspondendo a 65,65% das fontes de contaminação. No ano de 2010 foram relatados 170.755 casos de doenças diarreicas agudas com taxa de incidência de 16 casos por 1000 habitantes para o estado do Rio Grande do Sul (MS, 2011). O número de relatos de incidência de doenças acima descritas é evidente a relação inerente com a qualidade microbiológica dos corpos hídricos.

4 | CONCLUSÕES

As águas do canal São Gonçalo sofrem impactos em suas características, tendo como causa provável o lançamento de efluentes domésticos da cidade de Pelotas no corpo hídrico. Além disso, destaca-se que as concentrações de coliformes indicam que a saúde da população no entorno do canal são Gonçalo podem ser afetadas, uma vez que água contaminada com material fecal pode indicar a presença de organismos patogênicos.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código financeiro 001, pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e pela FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul).

REFERÊNCIAS

ALBA, José Maria Filippini. **Sustentabilidade Socioambiental da Bacia da Lagoa Mirim**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Cuidando das Águas: Soluções para Melhorar a Qualidade dos Recursos Hídricos**. Brasília, 2Ed, 2013.

APHA, **Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater.** Washington. D.C, 21. Ed, 2005.

BURNS, Marcelo Dias de Mattos. **Consequências da Barragem Eclusa do Canal São Gonçalo para a Ictiofauna do Sistema Patos – Mirim**.Tese. (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Pós-graduação em Oceanografia Biológica, Universidade Federal do Rio Grande, 2010.

CALDAS, J. S.; SANCHES FILHO, P. J. **Determinação de Cu, Pb e Zn no sedimento da Região do Pontal da Barra, Laranjal (Laguna dos Patos, Pelotas – RS, Brasil)**. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v. 17, n. 1, p. 13, 2013.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **L5.406: Coliformes Termotolerantes: Determinação em Amostras Ambientais pela Técnica de Tubos Múltiplos com Meio A1 - Método de ensaio**. São Paulo, 2007. Disponível em: < https://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes/>. Acesso em 16 janeiro. 2019.

CEVS. Centro Estadual de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico**. RS. 2012. Disponível em: < https://cevs.rs.gov.br/upload/arquivos/201903/11170108-suplemento-2.pdf > Acesso em: 08 Dezembro 2020.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Tomo I Estudo Ambiental (EA)**: **Dragagens do Canal do Sangradouro e do Canal de Santa Vitória do Palmar, visando a reativação da hidrovia da Lagoa Mirim**. Rio Grande do Sul, 2014.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde**. Caderno de Pesquisa em Engenharia de Saúde Pública**. Distrito Federal, 2006.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Caderno de Pesquisa em Engenharia de Saúde Pública**. Distrito Federal, 2013.

MAROUELLI, Waldir Aparecido *et al.* **Qualidade e Segurança Sanitária da Água para Fins de Irrigação**. DF. 2014. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1007665/1/CT134.pdf.> Acesso em 26 jul. 2018.

MIZUTORI, Ivan Santos. **Caracterização da Qualidade das Águas Fluviais em Meios Peri-Urbanos: O Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Morto – RJ.** Dissertação (Mestrado) - Curso e Engenharia Ambiental, Programa de Pós- Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 162 p. 2009. Disponível em: <http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2009/IvanSantosMizutori_2009.pdf>. Acesso em: 27 fevereiro 2019.

MS. Ministério da Saúde. **Sistema Nacional de Vigilância em Saúde: Relatório de Situação**. Distrito Federal, 2 Ed. 2006. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_snvs_rs_2ed.pdf.>. Acesso em 13 julho 2018.

MS. Ministério da Saúde. **Sistema Nacional de Vigilância em Saúde: Relatório de Situação**. Distrito Federal, 5 Ed 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sistema_nacional_vigilancia_saude_pr_5ed.pdf.> Acesso em 09 junho 2018.

OLIVEIRA, M.D *et al.* **Qualidade da Água em copos d'Água Urbanos das Cidades de Corumbá e Ladário e no rio Paraguai. Minas Gerais**. 2002. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/CT36.pdf>. Acesso em 13 julho 2018.

Pelotas. **Plano municipal de saúde de pelotas,** 2013. Disponível em:< https://www.pelotas.com.br/storage/saude/arquivos/plano_municipal_saude.pdf>. Acesso em: 27 jul.2015.

SANCHES FILHO, Pedro. J. *et al.* **Determination of hydrocarbons transported by urban runoff in sediments of** São Gonçalo **Channel (Pelotas – RS, Brazil).** Marine Pollution Bulletin, v. 114, n. 2, p. 1088–1095, 2017.

SILVEIRA, Mariana Pinheiro. **Aplicação do Biomonitoramento para Avaliação da Qualidade da Água em Rios**. SP. 2004 Disponível em: < https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/5804/1/documentos_36.pdf.> Acesso em 08 Dezembro 2020.

CAPÍTULO 10

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DO RIO JACU NO MUNICÍPIO DE PASSAGEM-RN POR MEIO DE PARÂMETROS QUÍMICOS: PARTE INTEGRANTE PARA A ELABORAÇÃO DE UM DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 08/12/2020

Paulo Erick de Lima Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Nova Cruz
Passagem – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/8676865406729138

Telma Lúcia de Araújo Silva
Universidade Federal Rural do Pernambuco, Departamento de Educação
Santo Antônio – Rio Grande do Norte
http://lattes.cnpq.br/5057694884761671

Moacyr Cunha Filho
Universidade Federal Rural do Pernambuco, Departamento de Estatística e Informática
Recife – Pernambuco
http://lattes.cnpq.br/7315592683569670

RESUMO: A história e o surgimento do município de Passagem-RN, deve-se em grande parte pela influência do rio Jacu, uma vez que, o munícipio surgiu a partir de viajantes que percorriam a região e atraídos principalmente pelas melhores condições de travessia que este fornecia, decidiram então ali se instalar. Desde então, o desenvolvimento do munícipio ocorreu por sua influência. Partindo da sua importância para o município, observou-se a necessidade da realização de um trabalho que possibilitasse a avaliação do estado atual no qual o rio se encontra. Para a realização deste trabalho utilizou-se o método de caracterização da água, sendo este um dos principais métodos utilizados para avaliação da qualidade de um recurso hídrico. Durante a pesquisa realizaram-se análises de parâmetros químicos, tais como, dureza total, e teor de cloreto em um período de oito meses iniciando em outubro de 2018 e finalizando em junho de 2019. Os resultados alcançados foram confrontados com a resolução Conama 357/05 e com a portaria 518/05 do Ministério da Saúde. As coletas foram realizadas em dois pontos do rio, sendo um a montante e outro a jusante no qual foi possível diagnosticar segundo os resultados alcançados que o ponto de coleta 2 apresentou em todos as análises, valores superiores em relação ao ponto 1, indicando que o rio vem sofrendo impactos proveniente de causas antrópicas uma vez que o ponto 2 está localizada em uma região do rio que é receptor de efluentes domésticos.

PALAVRAS-CHAVE: Dureza total, Cloreto, Recursos Hídricos.

CHARACTERIZATION OF THE WATERS OF RIO JACU IN THE PASSAGEM-RN CITY THROUGH CHEMICAL PARAMETERS: INTEGRATING PART FOR THE PREPARATION OF A SOCIO-ENVIRONMENTAL DIAGNOSTIC

ABSTRACT: The history and emergence of the municipality of Passagem-RN, is largely due to the influence of the Jacu River, since the municipality arose from travelers who traveled the region and attracted mainly by the best crossing conditions it provided, then decided to settle there. Since then, the development of the municipality has

been influenced by it. Based on its importance for the municipality, it was observed the need to carry out work that would allow the assessment of the current state in which the river is found. To carry out this work, the water characterization method was used, which is one of the main methods used to assess the quality of a water resource. During the research, analyzes of chemical parameters were carried out, such as total hardness and chloride content in an eight-month period starting in October 2018 and ending in June 2019. The results achieved were compared with Conama Resolution 357/05 and Ordinance 518/05 of the Ministry of Health. The collections were carried out at two points in the river, one upstream and one downstream, in which it was possible to diagnose according to the results achieved that the collection point 2 presented in all analysis, higher values in relation to point 1, indicating that the river has been impacted by anthropic causes since point 2 is located in a region of the river that receives domestic effluents.
KEYWORDS: Total hardness, Chloride, Water resources.

1 I INTRODUÇÃO

De domínio do governo federal, o rio Jacu está incluso entre os 16 principais rios que compõem a bacia hidrográfica do Rio Grande do Norte (OLIVEIRA, 2013). A bacia do rio Jacu nasce na serra da raiz, no estado da Paraíba e adentra no Rio Grande do Norte pelo munícipio de Japi; abrangendo sete municípios potiguares dentre eles Passagem, o rio desagua na lagoa de Guaraíras no município de Tibau do Sul. (CARVALHHO, 2006 apud SILVA, 2018). Segundo Igarn (2020) este rio percorre no Rio Grande do Norte uma extensão territorial de 1805,50 km^2 o equivalente a 3,4% do território estadual.

É corrente que o rio Jacu teve participação fundamental na formação do município de Passagem, por oferecer melhores condições de travessia para os viajantes que percorriam a região, o rio, deu origem a um novo povoado com uma economia totalmente voltada para as atividades agropecuárias.

Por este fator é notória a influência que o rio Jacu estabelece sobre os aspectos socioeconômicos do município de Passagem, revelando assim a necessidade de preservação por parte da comunidade na qual ele está inserido. É neste contexto que se observou a necessidade de um trabalho, ora inédito, no rio Jacu em seu percurso pelo município, para avaliar a qualidade de suas águas bem como sua situação referente a possíveis impactos causados por ações antrópicas ou eventos naturais.

Partindo do pressuposto, a caracterização química compreende-se como ferramenta primordial para a avaliação da qualidade da água. Segundo Embrapa (2011) é possível por meio da caracterização identificar e quantificar a presença de elementos e espécies iônicas na amostra e assim associar os efeitos de suas propriedades a questões ambientais, bem como compreender seus processos naturais. Para isto emprega-se a realização de análises, dentre elas, as provenientes de parâmetros químicos. Desta forma, objetiva-se com esse trabalho apresentar os dados obtidos por meio de análises químicas, tais como

cloreto e dureza total realizadas para a caracterização química do rio em estudo, para que estes resultados venham futuramente compor um estudo de diagnóstico socioambiental no rio Jacu.

2 I METODOLOGIA

As análises realizadas por meio dos parâmetros químicos no rio Jacu ocorreram em um período de oito meses, iniciando em outubro de 2018 e sendo concluída em junho de 2019, na qual as coletas e análises foram sempre que possível realizadas em intervalos de 15 dias. Durante o período de monitoramento foram executadas análises de 4 parâmetros químicos para compor o diagnóstico socioambiental: Oxigênio dissolvido, pH, dureza total e cloreto. Vale salientar que pertinentes a este trabalho, somente dureza total e teor de cloreto.

2.1 Coleta da Amostra

Foram selecionados dois pontos de coleta no rio, sendo um ponto à montante denominado de (ponto 1) e outro à jusante denominado de (ponto 2). As coletas foram realizadas pela manhã sempre antes do amanhecer. As amostras foram coletadas e armazenadas obedecendo a todos os critérios estabelecidos pelo manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água (EMBAPA, 2011). Após a coleta, as amostras foram enviadas aos laboratórios de físico-química e analítica do IFRN campus Nova Cruz para a realização das análises.

2.2 Determinação de Dureza Total e Cloreto

A determinação da dureza total ocorreu por meio do método titulométrico de complexação, onde o princípio da técnica baseia-se em adicionar etilenodiamino tetra-acético à amostra contendo solução tampão de amônia pH=10,00 e indicador de solução sólida Negro de Eriocromo T + NaCl 1% (m/m), onde a amostra ao atingir o ponto de equivalência alterou sua coloração de rosa para azul. Com o volume gasto anotado foi possível determinar a dureza total através da equação 1.

$$DT\left(\frac{mg}{L}\right) = V_{gasto\ EDTA(mL)} \times f_{CaCO3} \times 1000/V_{amostra\ (mL)} \quad (1)$$

Onde: $f_{CaCO3} =$ molaridade do EDTA x MM $CaCO_3$

Temos que na equação acima DT, V, f e MM são Dureza Total, volume gasto na reação, fator de correção e massa molar, respectivamente.

O teor de cloreto foi determinado por meio da técnica titulométrica de precipitação (método de Mohr). Neste procedimento foram adicionados Nitrato de Prata ($AgNO_3$) à 0,03

mol/L em 30 mL de amostra contendo o indicador Cromato de Potássio (K_2CrO_4). Este ao atingir o ponto equivalência apresentou a coloração marrom telha. O volume gasto anotado determinou-se a concentração de cloreto por meio da equação 2.

$$\text{Cloreto}\left(\frac{mg}{L}\right) = MM_{\text{Cloro (mg)}} \times 1000 \times V_{\text{gasto de AgNO3 (L)}} \quad (2)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em quase todas as análises a dureza total no ponto 2 apresentou valores iguais ou superiores ao ponto 1. Realizando a média de ambos os pontos, observa-se que o valor médio para o ponto 1 é de 244,32 mg/L e no ponto 2 é de 358,22 mg/L. Ambos encontram-se dentro dos padrões previstos pela portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde que determina o valor máximo aceitável de 500 mg/L, como pode ser observado através da figura 1.
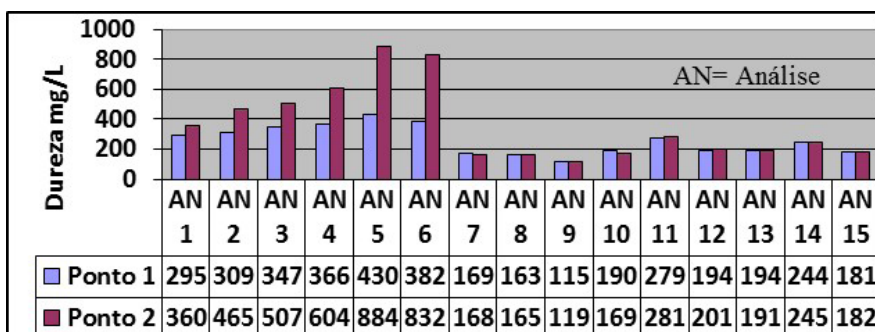
Figura 1 - Análise de Durza Total.

A concentração de cloreto no rio Jacu apresentou sempre no ponto 2 valores maiores que no ponto 1, como observado na figura 2. Os valores médios para ambos se deu em 387,92 mg/L e 562,21 mg/L, respectivamente, o que mostra o ponto 2 fora dos padrões estabelecidos pela resolução Conama 357/2005, em que determina o limite máximo aceitável de 250 mg/L.
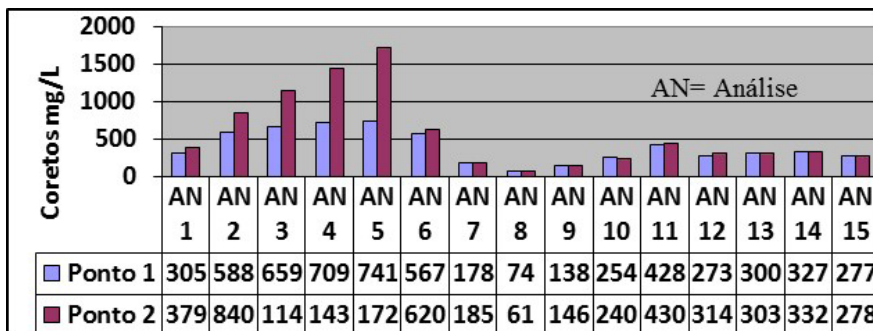
Figura 2 - Análise de cloreto.

4 I CONCLUSÃO

Com os resultados alcançados pode-se observar que em ambos os parâmetros o ponto 2 apresentou valores superiores ao ponto 1. Esse comportamento é justificado quando observado que o ponto 2 está localizado em uma região do rio receptora de efluente domésticos, uma vez que, o município não dispõe de saneamento básico. Além disso, as casas e vara de criação de porcos localizadas as suas margens contribuem para o aumento na concentração de nutrientes, culminando em excesso de biomassa no rio. Portanto conclui-se que o rio em estudo vem sofrendo impactos ambientais e sanitários devido a causas antrópicas. Estes resultados são de fundamental importância para compor um diagnóstico socioambiental, no qual, constituirá como próxima etapa do estudo no rio.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conama. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União. Brasília, n. 053, p. 58-63, 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 17 de março de 2004. Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. 1. Ed; Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

IGARN. **Bacia Jacú**. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC000000000028901.PDF>. Acesso em: 15 jun. 2020.

OIVEIRA, M. A.; BARBOSA, E. M.; NETO, J. Dantas. **Gestão de Recursos Hídricos no Rio Grande do Norte: Uma análise da implementação da política hídrica**. Holos, v. 1, 2013. Disponível em: http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/1186/634. Acesso em: 15 jun. 2020.

PARRON, Lúcia Maria. **Manual de Procedimentos de Amostragem e Análise Físico-Química de Água**. 1. Ed. Colombo, PR: Embrapa, 2011.

SILVA, Telma Lúcia de Araújo. **Diagnóstico Ambiental de Imóveis Rurais de Passagem-RN**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

CAPÍTULO 11

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS DE LAVAGEM DOS FILTROS DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO NA ETA GAVIÃO/CE

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 17/12/2020

Juliana Alencar Firmo de Araújo
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/1359921538852025

Ivan Randal Pompeu Moreira da Justa
Universidade de Fortaleza
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/8897219028206651

Maria Patrícia Sales Castro
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/8607236361605537

Sílvia Helena Lima dos Santos
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/4000956312603393

Rejane Felix Pereira
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/4200777036531261

Paula Nobre de Andrade
Centro Universitário Christus
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/4706181732185571

Wescley de Sousa Fernandes
Centro Universitário Christus
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/8313425886119627

Flávia Telis de Vilela Araújo
Universidade de Fortaleza
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/3131925515033230

César Bündchen Záccaro de Oliveira
Centro Universitário Christus
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/9179781836301692

Fernando José Araújo da Silva
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza-CE
http://lattes.cnpq.br/1248533911274093

RESUMO: A água é um recurso escasso na região Nordeste do Brasil. Com isso, a busca por tecnologias que evitem o desperdício é uma necessidade. A Estação de Tratamento de Água (ETA) do Gavião, localizada em Pacatuba-CE, é responsável pelo abastecimento dos municípios de Fortaleza, Eusébio e Maracanaú. A ETA possui um sistema de reaproveitamento de água de lavagem dos filtros responsável por mais de 600.000 metros cúbicos por mês retornado ao sistema de tratamento e com uma perda de 450.000 metros cúbicos por mês. O presente trabalho buscou, através de um estudo de caso, demonstrar os procedimentos operacionais dos filtros descendentes da ETA do Gavião-CE. Por meio da coleta de dados fornecidos pela

Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), no período de 1 ano, foram realizadas análises quantitativas e qualitativas. Nas análises quantitativas, foi possível analisar como esse volume, anteriormente perdido por não possuir um sistema de retorno, influencia no abastecimento de outros municípios na sua quase totalidade. Já nas análises qualitativas, verificou-se que a qualidade da água de lavagem é melhor que a água bruta, pois a água de lavagem é a água tratada captada em uma estação elevatória e direcionada aos filtros em fluxo inverso ao fluxo de filtração. Por fim, foram verificados se os valores da análise de qualidade estavam em conformidade com a Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde.
PALAVRAS-CHAVE: Água de lavagem de filtro, Filtro descendente, ETA.

CHARACTERIZATION OF THE FILTERS WASHING WATERS IN A WATER TREATMENT PLANT: CASE STUDY IN WTP GAVIÃO/CE

ABSTRACT: Water is a scarce resource in the northeast region of Brazil. With that, the search for technologies that avoid the waste is a necessity. The Water Treatment Plant (WTP) of Gavião, located in Pacatuba-CE, is responsible for supplying the cities of Fortaleza, Eusébio and Maracanaú. The WTP has a water reuse system of washing filters responsible for over 600.000 cubic meter per month returned to the treatment system and with a loss of 450.000. cubic meter per month. The present study sought through a case study, demonstrate the operational procedures of decanter filters in WTP Gavião-CE. Through the collection of data provided by the Company of water and sewer of Ceará (CAGECE), in the period of 1 year, quantitative and qualitative analyses were undertaken. The quantitative analysis, was possible to analyze how this volume, previously lost by not owning a return system influences on the supply of other cities in almost their entirety. In the qualitative analysis, it was found that the quality of the waste water is better than the raw water, because the waste water is treated water collected in a pump station and directed to the filters in reverse flow of filtration flow. Finally, if the values were verified quality analysis were in accordance with the Consolidation Ordinance No. 5 of the Ministry of Health.
KEYWORDS: Filter waste water, Descendant filter, WTP.

1 | INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento populacional urbano nos últimos anos, as elevadas perdas de água nas redes de distribuição, somados aos recursos hídricos limitados pela má distribuição de precipitações e pela poluição, intensificam o problema de escassez de água. De acordo com Capaz e Nogueira (2015), a escassez tende a ser agravada devido ao efeito de mudança climática global, que pode tornar as chuvas mais prolongadas em regiões onde a precipitação anual é maior e causar estiagens mais frequentes e prolongadas nas regiões de seca.

Todos esses fatos geram a necessidade crescente de estudos, no que diz respeito ao manejo dos recursos hídricos, a conservação, operação e manutenção dos sistemas hídricos como também ao uso de águas residuárias tratadas ou não como águas de reuso.

Segundo Marcus (2008, *apud.* EPA, 2008) a administração dos recursos hídricos é fundamental para a conservação do meio ambiente e ainda obter um desenvolvimento sustentável e uma economia viável através da reciclagem da água. A *Enviromental Protection Agency* (EPA), define a reciclagem de água como a reutilização de águas residuais para propósitos beneficiários e tem-se que a reciclagem oferece recursos e economias financeiras, adaptando o tratamento de água para atender os requerimentos de qualidade da água.

Em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), tem-se como principais geradores de resíduos, a água proveniente da lavagem de filtros, considerada água residuária, e o lodo dos decantadores, considerado um resíduo sólido. Os resíduos eram descartados *in natura* nos cursos de água gerando impactos socioeconômicos ao meio ambiente. Diante desse cenário, com a implementação das leis n° 11445/2007 e n° 12305/2010, os resíduos gerados nas ETAs passaram a ter disposições finais adequadas.

Devido à escassez hídrica e à preocupação com meio ambiente, a busca por novas tecnologias se faz necessária para evitar o desperdício e reciclar ao máximo os produtos e subprodutos gerados no processo de tratamento de forma que haja um desenvolvimento sustentável.

No Brasil, não há normas técnicas que especifiquem o tratamento e recirculação de água de lavagem de filtros (ALF), logo, a implantação e os estudos contínuos desse processo são indispensáveis para formação de uma técnica apropriada para evitar riscos à saúde da população.

Neste trabalho foi realizado uma análise de forma quantitativa e qualitativa a água residuária resultante do processo da lavagem de filtros de forma que seja comparada com a água tratada que segue para o abastecimento, em termos de qualidade.

2 I MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Ambiente da pesquisa

A ETA Gavião, localizada no município de Pacatuba/CE, foi construída em 1981 com método de tratamento convencional que constitui as etapas de captação, coagulação, floculação, decantação, filtração, cloração, fluoretação, reservação e distribuição, com capacidade de tratamento de 3,0 m³/s. Em 1995, passou a utilizar a filtração direta descendente (CAGECE, 2018).

Em 2007 construíram-se mais 8 filtros, totalizando 16 filtros e passando a aumentar a capacidade de tratamento de 3,0 m³/s para 10,0 m³/s. Em 2017, fez-se a implementação de um sistema de recirculação de água resultante da ALF para a reentrada no sistema de tratamento, pois essa água residuária era descarta como efluente em um corpo hídrico próximo a ETA (CAGECE, 2018). A Figura 1 representa a ETA Gavião já ampliada.

Figura 1 – ETA Gavião/CE.

Fonte: CAGECE (2018).

Com o levantamento de dados relacionados aos padrões de qualidade de água, foi realizado um comparativo entre a qualidade da água residual recirculada (ALF) e água tratada através da coleta de amostras e ensaios realizados pela CAGECE no laboratório da ETA Gavião, consequentemente comparado aos padrões de qualidade do Ministério da Saúde.

A análise dos dados consistiu de estudos feitos através de fontes de pesquisa documental, como a Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde (Capítulo V - Padrão de potabilidade de água). Através de pesquisas foi realizado um levantamento da demanda de água com alguns municípios do Nordeste para comparação com o volume de retorno da ALF fornecido pela CAGECE.

2.2 Procedimento operacional dos filtros da ETA Gavião

A água coagulada é direcionada aos filtros descendentes que realizam a filtração da água em fluxo descendente. A ETA é composta por 16 filtros descendentes, com 155 m^2 de área filtrante cada e com uma taxa de filtração igual a 375 m^3/m^2.dia. A operação de filtração consiste no controle da mesa de comando, onde abre-se a válvula afluente. Com a entrada do fluxo de água na calha central, e com a válvula efluente aberta, enquanto mantêm-se fechadas as válvulas de descarga de água de lavagem e a válvula de lavagem ascensional, a água coagulada se acumula no filtro na calha central até que atinja, em um nível superior, as calhas transversais.

Com a água acima do leito filtrante, ocorre a filtração por fluxo descendente, retendo as partículas no leito filtrante. A água é filtrada através de um fluxo descendente, onde a água filtrada é coletada por um fundo em falso, com vigas V invertidas, também denominado como fundo californiano. A água filtrada segue para a desinfecção final e adução, ou é utilizada para lavagem dos filtros. No fundo falso, encontra-se uma calha por onde a água é conduzida até os canais de água filtrada, onde existe uma derivação para a elevatória de lavagem dos filtros.

2.3 Processo de lavagem dos filtros da ETA Gavião

Antes da realização da lavagem, o operador, através da mesa de comando, fecha primeiro a válvula afluente e abre a válvula de descarga para que o volume interno de água seja reduzido. Conforme o volume interno é reduzido pela coleta de água na calha central até o canal de descarga, a água bruta permanece nos leitos filtrantes para iniciar a lavagem dos filtros.

Com o volume interno reduzido, a válvula efluente é fechada e as válvulas de lavagem ascensional e descarga de água de lavagem são abertas para iniciar a lavagem do filtro. A água filtrada é coletada pelo seu respectivo canal que possui uma derivação que passa pela elevatória de lavagem de filtros, onde há duas bombas que realizam a sucção e o recalque de água e direcionam para os filtros em fluxo inverso, ou seja, um fluxo ascendente que permite a expansão do leito filtrante e a retirada do material formado no processo de floculação.

O fluxo ascendente atinge um nível um pouco acima da calha de coleta para que a água de lavagem possa verter e ser direcionada a calha central. Esse processo de lavagem do filtro ocorre por um período de 4 a 7 minutos, até que a água apresente um aspecto límpido. A água de lavagem coletada pela calha central é conduzida para o canal de descarga de água de lavagem onde segue para um poço de sucção com duas bombas que orienta a ALF aos decantadores, conforme esquema da Figura 2.
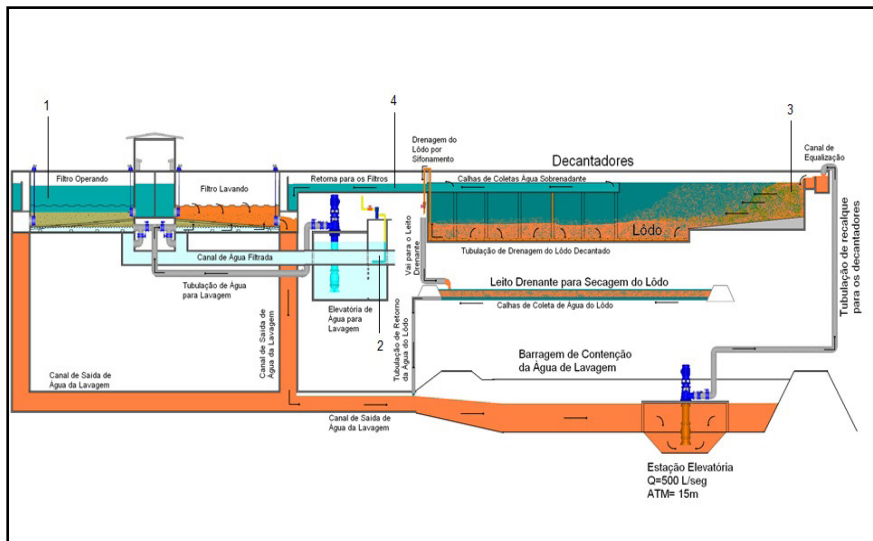
Figura 2 - Esquema de funcionamento da unidade de tratamento e reaproveitamento da água residuária.

Fonte: Adaptado pela CAGECE (2017).

A ETA Gavião possui três decantadores, onde dois são para armazenamento da ALF e um para exercer a sua função de decantação em que o lodo decanta no fundo e a água de lavagem é coletada por calhas sobrenadantes que retornam aos filtros junto com a água bruta.

O lodo, com auxílio de comportas, é direcionado para o leito drenante, para secagem, que, dá mesma forma que os filtros, possui calhas de coleta para orientar a água do lodo, por tubulações, para os canais de água de lavagem, retornando ao processo de decantação.

3 | RESULTADOS

3.1 Análise qualitativa

Para a análise qualitativa, foi estudada a turbidez, devido ser o único parâmetro coletado para a água tratada como para a água de lavagem, e verificado se os valores de turbidez da água tratada estão em conformidade com a Portaria de Consolidação nº 5, como a comparação entre a qualidade da turbidez da água bruta e água de lavagem.

Na Figura 3, é possível analisar os valores obtidos de turbidez apresentados em três séries mensais: o valor máximo e mínimo obtido em todas as amostras coletadas no mês referente, e a média final de todas as amostras coletadas.
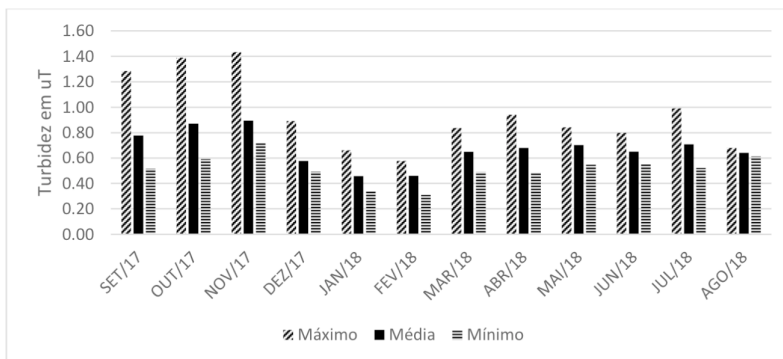
Figura 3 – Representação dos valores de turbidez da água tratada.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A Portaria de Consolidação nº 5 (origem: Portaria nº 2914/2011) define metas progressivas para análise de turbidez como mostra a Tabela 1.

<table>
<tr><th>Período após a publicação da Portaria</th><th>Turbidez £ 0,5 uT</th><th>Turbidez £ 1,0 uT</th></tr>
<tr><td>Final do 1º ano</td><td>Em no mínimo 25% das amostras mensais coletadas</td><td rowspan="4">No restante das amostras mensais coletadas</td></tr>
<tr><td>Final do 2º ano</td><td>Em no mínimo 50% das amostras mensais coletadas</td></tr>
<tr><td>Final do 3º ano</td><td>Em no mínimo 75% das amostras mensais coletadas</td></tr>
<tr><td>Final do 4º ano</td><td>Em no mínimo 95% das amostras mensais coletadas</td></tr>
</table>

Tabela 1 – Metas progressivas para atendimento de 0,5 uT para filtração rápida.

Fonte: Adaptado pelos autores da Portaria de Consolidação nº5 (2017).

Ao final do 1º ano somente 17% das amostras mensais foram abaixo ou igual a 0,5 uT. Na Tabela 1 verifica-se que a meta para o final do 1º ano deve ser de 25%, no mínimo, para turbidez abaixo ou igual a 0,5.

No entanto, a Portaria de Consolidação nº 5 define que o Valor Máximo Permitido (VMP) de turbidez para atendimento é igual a 5,0 uT, conforme o Art. 30 § 1º: “o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório

e rede)”. Logo, os valores de turbidez estão em conformidade com a Portaria, pois os valores da água tratada estão abaixo do VMP de 5,0.

A água de lavagem é coletada em dois pontos dos decantadores, o ponto 3, localizado na entrada do decantador, e o ponto 4, localizado na saída do decantador, de acordo com a Figura 2. A água de lavagem ao chegar nos decantadores está com várias partículas em suspensão, o que ocasiona os valores tão elevados na turbidez, porém, na saída do decantador, onde as partículas suspensas são decantadas, temos uma grande redução nos valores de turbidez. Como a água de lavagem volta para o sistema de tratamento juntamente com a água bruta, é feito um comparativo entre as qualidades de turbidez da água bruta e da água de lavagem, na saída do decantador, conforme a Figura 4.
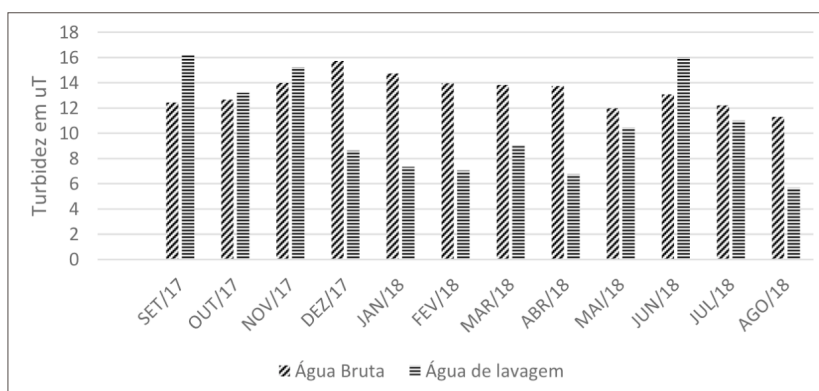
Figura 4 – Água bruta x Água de lavagem na saída do decantador.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Observa-se que em 8 dos 12 meses de estudo, correspondente a 67% do total, a qualidade da água de lavagem é melhor que a água bruta, pois a água de lavagem trata-se de uma água que já passou pelo tratamento.

3.2 Análise quantitativa

Para a análise quantitativa, são apresentados os dados fornecidos pela CAGECE de volume de retorno da ALF, sendo reaproveitado no sistema de tratamento, onde o comparativo foi realizado com base no volume de água de lavagem (volume de retorno), quantas vezes o município pode ser abastecido com esse volume de água.

A ETA Gavião, no período de 1 ano, teve um reaproveitamento de aproximadamente 13,07 hectômetros cúbicos (hm^3) de água em que a média por mês foi de aproximadamente 1,09 hm^3. Entretanto, o volume dos decantadores não é suficiente para suportar todo o volume de água de lavagem de forma a extravasar e perder em média 15.000 m^3 de água por dia, ou seja, 0,45 hm^3 de água por mês equivalente a 41,3% de 1,09 hm^3.

Para fins comparativos, os dados dos 15 municípios escolhidos no Nordeste com maior demanda de abastecimento são representados na Tabela 2. Para estimar o volume de demanda, foram pesquisados dados a partir da previsão da população no ano de 2018, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e o consumo *per capita* de cada município foi obtido através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Município	População	Consumo de água (L/hab.dia)	Consumo de água (L/dia)	Consumo de água (L/mês)
Aquiraz	79.563,00	78,2	6.221.826,60	186.654.798,00
Aracati	74.084,00	139	10.297.676,00	308.930.280,00
Canindé	78.049,00	74,2	5.791.235,80	173.737.074,00
Cascavel	71.499,00	85,6	6.120.314,40	183.609.432,00
Crateús	74.982,00	108,1	8.105.554,20	243.166.626,00
Crato	31.372,00	133,4	17.525.024,80	525.750.744,00
Itapipoca	128.135,00	135,7	17.387.919,50	521.637.585,00
Juazeiro do Norte	271.926,00	137,1	37.281.054,60	1.118.431.638,00
Maranguape	127.098,00	104,6	13.294.450,80	398.833.524,00
Morada Nova	62.069,00	114,4	7.100.693,60	213.020.808,00
Pacajus	71.193,00	103,2	7.347.117,60	220.413.528,00
Pacatuba	83.157,00	102,6	8.531.908,20	255.957.246,00
Quixadá	87.116,00	120,1	10.462.631,60	313.878.948,00
Russas	76.884,00	118,1	9.080.000,40	272.400.012,00
Sobral	206.644,00	121,4	25.086.581,60	752.597.448,00

Tabela 2 – Demanda de água aproximado dos municípios em 2018.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Com a média do volume de retorno, considerando a perda igual a 639.032.272,42 L/mês foi determinado a porcentagem necessária para abastecer o município com o volume de retorno da água de lavagem, conforme a Tabela 3.

Município	Demanda de água (L/mês)	Volume retornado (L/mês)	Porcentagem necessária
Aquiraz	186.654.798,00	639.032.272,42	29,2%
Aracati	308.930.280,00	639.032.272,42	48,3%
Canindé	173.737.074,00	639.032.272,42	27,2%
Cascavel	183.609.432,00	639.032.272,42	28,7%
Crateús	243.166.626,00	639.032.272,42	38,1%

Crato	525.750.744,00	639.032.272,42	82,3%
Itapipoca	521.637.585,00	639.032.272,42	81,6%
Juazeiro do Norte	1.118.431.638,00	639.032.272,42	175,0%
Maranguape	398.833.524,00	639.032.272,42	62,4%
Morada Nova	213.020.808,00	639.032.272,42	33,3%
Pacajus	220.413.528,00	639.032.272,42	34,5%
Pacatuba	255.957.246,00	639.032.272,42	40,1%
Quixadá	313.878.948,00	639.032.272,42	49,1%
Russas	272.400.012,00	639.032.272,42	42,6%
Sobral	752.597.448,00	639.032.272,42	117,8%

Tabela 3 – Porcentagem necessária para atendimento de cada município com o volume de retorno considerando a perda.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Em Juazeiro do Norte e em Sobral o volume de retorno fica acima de 100%, pois a demanda de abastecimento é superior à quantidade de volume de retorno. Enquanto que nos outros municípios o volume de retorno abasteceria mais de 1 vez o município.

Ao considerar a média do volume de retorno da água de lavagem sem perdas igual a 1.089.032.272,42 L/mês tem-se uma redução na porcentagem necessária para o abastecimento dos municípios. A Figura 5 faz uma comparação entre número de vezes que o volume de retorno abastece cada município com a perda e sem perda do volume.
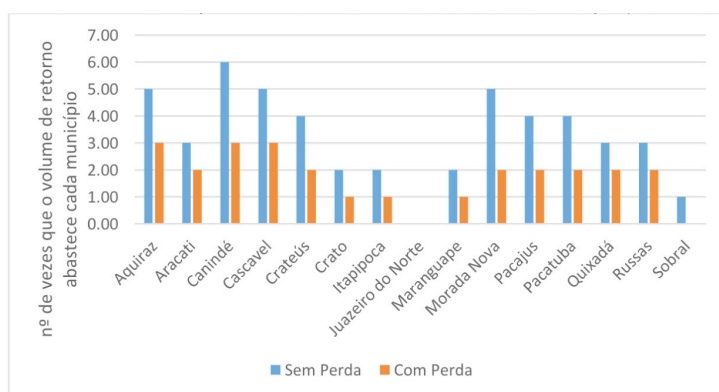
Figura 6 - Número de vezes que o volume de retorno abastece cada município (sem e com perda)

Fonte: Elaborado pelos autores.

4 I CONCLUSÕES

O presente estudo mostrou a importância do aproveitamento da água, elemento indispensável e limitado na natureza. Esse aproveitamento deve ser feito utilizando técnicas que minimizem o desperdício e, ao mesmo tempo, mantenha a sustentabilidade do planeta.

Os dados de turbidez, apesar de não atingirem o valor de 0,5 uT como uma meta proposta pela Portaria, estão dentro do VMP de 5,0 uT definidos. Através da análise de turbidez é possível concluir que a água de lavagem com o sistema de retorno das ALF's, em muitos casos, tem uma qualidade superior por já ter sido tratada, enquanto a água bruta não passa por nenhum tipo de tratamento.

Antes da implementação do retorno das ALF's para o sistema de tratamento, havia bilhões de litros de água sendo desperdiçados com a lavagem dos filtros, considerando apenas uma fração do tempo de existência da ETA, em que a água de lavagem era direcionada para *wetland*.

O volume de água de lavagem tem em média 1.089.032.272,42 L/mês que retornam aos decantadores. Entretanto, apenas 639.032.272,42 L retornam ao sistema de tratamento. Os outros 450.000.000,00 L são levados para a *wetland* próxima à ETA. O volume perdido pelo extravasor no tanque de decantação é uma perda de grande proporção, em que é possível em alguns casos dobrar o abastecimento dos municípios.

São propostas duas soluções, uma relacionada à análise qualitativa referente a turbidez e outra à análise quantitativa referente ao volume da água de lavagem que é perdido.

Uma solução para evitar a perda de água é a construção de um tanque com capacidade superior ao volume de perda para armazenar as águas de lavagem e retornar ao sistema de tratamento.

Outra solução proposta para melhorar a qualidade de turbidez é a troca ou limpeza do material filtrante para retirar o lodo que ao longo da sua utilização, mesmo com a lavagem dos filtros, ficam retidos nos materiais. Dessa forma, é possível os valores da turbidez atingirem o 0,5 Ut propostos pela Portaria de Consolidação nº 5.

REFERÊNCIAS

CAGECE, ETA Gavião. Disponível em:< https://cagece.com.br/abastecimento-de-agua/eta-gaviao>. Acesso em: 24 de maio de2018.

CAPAZ, Rafael Silda; NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Ciências Ambientais para Engenharia**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

CONAMA. Resolução nº 340/11. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>. Acesso em: 21 de maio de 2018.

DI BERNARDO, Luiz; DANTAS, Angela Di Bernardo. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2ª ed. São Carlos: Rima, 2005.

EPA. Water recycling and Reuse: The Environmental Benefits. Disponível em <https://www3.epa.gov/region9/water/recycling/pdf/brochure.pdf>. Acesso em: 23 de março de 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914/11. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 21 de maio de 2018.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água**. 3ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

CAPÍTULO 12

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CARGA CINÉTICA “K” EM INSTALAÇÕES DE TRANSPORTE DE ÁGUA: OTIMIZAÇÃO VISANDO A MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 08/12/2020

Fernanda Marques dos Santos
Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências da Natureza – Engenharia Ambiental
Buri – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/8082435564847011

Stephanie Oliveira Neves
Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências da Natureza – Engenharia Ambiental
Buri – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/3027567363482945

Carlos Kenzo Yoshitake Pinto
Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências da Natureza – Engenharia Ambiental
Buri – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/3173012123694314

Henrique Shiguemitsu Danno
Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências da Natureza – Engenharia Ambiental
Buri – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/2032324047982031

Yuri Eduardo Pereira Bauer
Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências da Natureza – Engenharia Ambiental
Buri – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/6338613372751818

Jorge Luis Rodrigues Pantoja Filho
Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências da Natureza
Buri – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/7139425471960071

RESUMO: Dependendo da magnitude de uma instalação hidráulica, os impactos econômico-ambientais decorrentes da mesma podem se tornar significativos, portanto, um projeto assentado em bases racionais e otimizadas torna-se uma ferramenta indispensável na mitigação desses impactos. O presente trabalho objetivou determinar o coeficiente de carga cinética adimensional (K) em acessórios comerciais de PVC utilizando como fluido circulante a água de abastecimento, sob números de Reynolds na faixa entre $4,6.10^3$ e $3,9.10^4$, ou seja, regimes de baixa e média turbulência. As canalizações e acessórios empregados possuem diâmetros nominais variando entre 20 a 32 mm. Utilizou-se uma bancada de teste, constituída de bomba centrífuga, manômetros diferenciais, circuitos primário e secundário de tubos retos e diversos dispositivos acessórios. Sob as condições testadas, verificou-se uma variação de K em comparação com valores usualmente adotados em projetos, podendo ser atingidos valores até nove vezes superiores aos comumente adotados para alguns dispositivos acessórios. Com base nos resultados obtidos, aconselha-se uma maior atenção com a estimativa de perda de carga no dimensionamento de sistemas que trabalhem nas faixas de turbulência analisadas. Embora a maioria das aplicações funcione com regimes de turbulência nos quais Reynolds esteja acima de 5.10^4, para o qual k é praticamente constante, sabe-se que nem todos os sistemas operam nessa condição, como é o caso de algumas instalações de irrigação e de sistemas prediais de água fria, o que pode resultar em alterações no dimensionamento com maiores custos de instalação e operação desses sistemas.

PALAVRAS–CHAVE: Perda de carga localizada, Acessórios Hidráulicos, Turbulência.

DETERMINATION OF THE KINETIC LOAD COEFFICIENT "K" IN WATER TRANSPORT INSTALLATIONS: OPTIMIZATION AIMING AT THE MITIGATION OF ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC IMPACTS

ABSTRACT: Depending on the magnitude of a hydraulic installation, the economic and environmental impacts resulting from it can become significant, therefore, a project based on rational and optimized bases becomes an indispensable tool in mitigating these impacts. The present study aimed to determine the dimensionless kinetic load coefficient (K) in commercial PVC accessories using the supply water as circulating fluid, under Reynolds numbers in the range between $4{,}6.10^3$ and $3{,}9.10^4$, that is, low and high medium turbulence. The plumbing and accessories employed have nominal diameters ranging from 20 to 32 mm. A test bench was used, consisting of a centrifugal pump, differential pressure gauges, primary and secondary straight tube circuits and various accessory devices. Under the conditions tested, there was a variation of K compared to values usually adopted in projects, with values up to 9 times higher than those commonly adopted for some accessory devices. Based on the results obtained, it is advisable to pay greater attention to the head loss estimate when dimensioning systems that work in the analyzed turbulence ranges. Although most applications work with turbulence regimes in which Reynolds is above $5{,}10^4$, for which k is practically constant, it is known that not all systems operate in this condition, as is the case with some irrigation installations and systems cold water buildings, which can result in changes in dimensioning with higher installation and operation costs for these systems.
KEYWORDS: Localized head loss, Hydraulic Accessories, Turbulence.

1 | INTRODUÇÃO

Um projeto hidráulico, dependendo da sua magnitude, pode causar impactos significativos tanto economicamente quanto ambientalmente. Um dos parâmetros fundamentais desse tipo de projeto é a perda de carga total provocada pelo escoamento da água no sistema, pois a mesma implicará, em última instância, na determinação dos diâmetros das canalizações e na potência requerida pelo sistema elevatório. Um cálculo preciso pode baratear o custo com equipamentos, bem como sua operação, diminuindo, por exemplo, o impacto ambiental decorrente do uso de energia elétrica de uma bomba superdimensionada.

A perda de carga localizada pode ser estimada por diferentes métodos, sendo um dos mais utilizados o de Borda-Bélanger, o qual relaciona a perda de carga em um acessório com a velocidade de aproximação da corrente de água e um coeficiente de carga cinética (K) (Chanson, 2009; Ziterellet al., 2009). Os valores do coeficiente adimensional K fornecidos nas tabelas largamente divulgadas na literatura especializada e aplicados em projetos são fundamentados em escoamentos cujo número de Reynolds seja superior a aproximadamente 5.10^4 devido à estabilidade no valor de K para Reynolds superiores esse

valor, pois verificou-se em trabalhos experimentais que K assume um valor praticamente constante a partir do referido grau de turbulência, daí seu emprego generalizado para as mais diversas finalidades (Porto, 2008). Todavia, nem sempre o escoamento turbulento dá-se nessa faixa, pois em muitas operações práticas, como é o caso de alguns sistemas de irrigação e instalações prediais de água fria, os números de Reynolds podem ser bem inferiores a 5.10^4. Sendo assim, a utilização de um coeficiente testado e experimentado em uma determinada faixa de turbulência pode não ser adequada para o caso do escoamento da água em outra faixa de magnitude inferior, podendo tornar temerário seu emprego nessas condições.

Nota-se, com base em uma varredura na literatura disponível, que são relativamente escassos os números de trabalhos que apresentem uma abordagem para esse problema específico ficando assim, clara a necessidade do estabelecimento de coeficientes mais precisos para o emprego em projetos hidráulicos cuja operação seja realizada sob condições de baixa e média turbulência.

O objetivo do presente trabalho, portanto, é determinar o coeficiente de carga cinética K para diferentes acessórios hidráulicos, sob condições em que a turbulência esteja compreendida entre $4{,}6.10^3 < Rey < 3{,}9.10^4$, visando mitigar e otimizar os impactos econômicos e ambientais em aplicações práticas operando em graus de turbulência moderados.

2 | METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia, do Centro de Ciências da Natureza (CCN), da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Lagoa do Sino. Para o sistema experimental, foi utilizada uma bancada de ensaio de perda de carga, a qual foi empregada para o controle, o monitoramento e a aquisição dos dados necessários ao desenvolvimento do trabalho. Empregou-se como fluido manométrico o clorofórmio (massa molar: 119,38 $g.mol^{-1}$; densidade: 1,48 $g.cm^{-3}$). A temperatura dos testes foi de 20 ºC, para a qual os pesos específicos da água e do clorofórmio são, respectivamente, de 9792,6 e 14609,1 $N.m^{-3}$. Os ensaios foram realizados em triplicata. Para produzir os graus de turbulência desejados, operou-se o sistema com base em três vazões de teste, 6, 15 e 30$L.min^{-1}$, respectivamente, para as quais os números de Reynolds resultantes variaram entre $4{,}6.10^3$ e $3{,}9.10^4$. Para o cálculo da perda de carga localizada foi utilizada a clássica equação de Borda-Bélanger, a qual é resultante da dedução da expressão relativa à perda de carga devido ao alargamento brusco, partindo-se do Teorema de Bernoulli e considerando-se o impulso das forças que atuam nas seções e a variação da quantidade de movimento.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, observou-se a diminuição do valor K na medida em que o grau de turbulência foi aumentado. Conforme pode ser verificado na Tabela 1, para o caso da válvula de gaveta DN 32, este valor assume 0,79 quando o número de Reynolds corresponde a $4{,}63.10^3$ atingindo o valor médio e constante adotado em projetos de 0,2 para Reynolds maiores ou iguais a 5.10^4. A mesma análise pode ser feita para os cotovelos de DN 20, 25 e 32, cujos valores para K também são significativamente superiores àqueles preconizados. Discrepâncias ainda mais significativas foram verificadas quando da redução brusca de diâmetro, com valores de K sendo até nove vezes superiores, quando a vazão aplicada foi comparativamente mais baixa.

Acessórios		K (Calculado)			K (Literatura)
		$6L.min^{-1}$	$15L.min^{-1}$	$30L.min^{-1}$	
		$(4{,}6.10^3 < Re < 7{,}7.10^3)$	$(1{,}2.10^4 < Re < 1{,}9.10^4)$	$(2{,}3.10^4 < Re < 3{,}9.10^4)$	$(Re > 5.10^4)$
Válvula de gaveta	DN 32	0,79±0,01	0,54±0,01	0,55±0,02	0,20
Redução brusca	DN32-DN25	1,44±0,09	1,13±0,10	1,35±0,10	0,18
Redução brusca	DN25-DN20	1,66±0,12	1,13±0,15	1,28±0,16	0,18
Curva 90°	DN20	0,74±0,11	0,39±0,11	0,39±0,11	0,40
Cotovelo	DN 20	2,73±0,09	2,04±0,08	2,29±0,10	0,90
Ampliação	DN20-DN25	0,91±0,05	0,70±0,03	0,79±0,02	
Cotovelo	DN25	2,84±0,11	2,31±0,12	2,48±0,10	0,90
Curva 90°	DN25	0,68±0,01	0,64±0,01	0,61±0,02	0,40
Ampliação	DN25-DN32	0,59±0,02	0,52±0,02	0,61±0,03	
Cotovelo	DN32	3,06±0,25	2,16±0,22	2,59±0,17	0,90
Redução brusca	DN32-DN20	2,41±0,21	1,59±0,15	1,69±0,20	0,30
Ampliação	DN20-DN32	0,75±0,10	0,53±0,09	0,62±0,08	
Tê cotovelo	DN20	2,50±0,25	1,87±0,22	1,98±0,19	2,00

Tabela 1 – Coeficiente de carga cinética adimensional "k" para diferentes acessórios, considerando os graus de turbulência.

Na Figura 1, apresentam-se os valores de K observados experimentalmente em função da vazão na curva de 90° e no Tê-cotovelo, com ajuste realizado pelo modelo potencial. Para o caso da curva de 90º e o Tê- cotovelo, os valores de k, apresentaram variações menores e atingiram o patamar de estabilidade em turbulência em pelo menos um grau de magnitude inferior ($Re \sim 1{,}93.10^4$) ao sugerido na literatura.
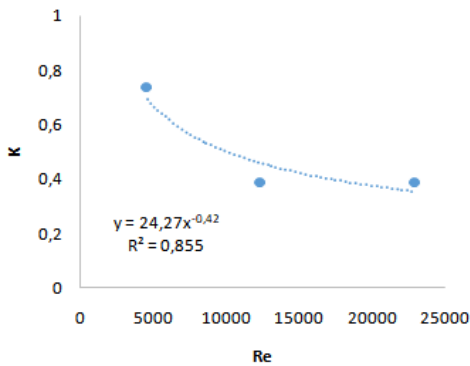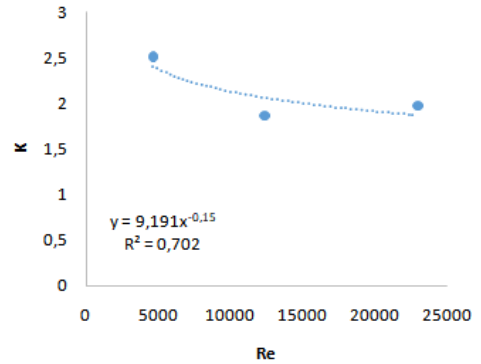
Figura 1 – Curva K x Re para uma curva de 90° (a) e tê-cotovelo (b).

Sendo a perda de carga provocada pelos dispositivos supramencionados inversamente proporcional ao seu respectivo valor de K, estas variações são, portanto, significativas, podendo levar a um efeito em cascata, pois a adoção de um valor de K típico adotado em projetos aumenta o impacto na perda de energia mecânica total do sistema e o consequentemente a altura manométrica de projeto, a qual, por fim, aumenta o custo de aquisição e operação do conjunto motor-bomba.

4 I CONCLUSÃO

Verificou-se, a partir dos resultados apresentados, que o valor de K obtido experimentalmente, divergiu sobremaneira em relação aos valores de K usualmente adotados em projetos hidráulicos, o qual é estabilizado para $Re>5.10^4$. Tal diferença considerável pode influenciar negativamente em um projeto de instalação hidráulica dependendo de sua magnitude, portanto torna-se evidente a necessidade do uso do coeficiente de carga cinética adimensional “k” de maneira mais precisa, almejando assim um maior equilíbrio entre os aspectos ambiental e econômico de um projeto.

Não menos importante, deve-se levar em consideração que os valores recomendados de K devem ser entendidos como valores médios, uma vez que sua determinação experimental é afetada pelos mais diferentes fatores.

REFERÊNCIAS

CHANSON, H. **Development of the Bélanger Equation and Back water Equation by Jean- Baptiste Bélanger** (1828).Journal of Hydraulic Engineering, 2009.

NETTO, A.; FERNANDEZ, M.; ARAUJO, R. – **Manual de hidráulica**.8. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 1998.

PORTO, R. M. **Hidráulica Básica**. 4. ed. São Carlos: EESC-USP, 2006.

ZITTERELL, D. B.; FRIZZONE, J. A.; RETTORE, N. O.; ULLMANN, M. N. **Perda de carga em micro tubos e conectores utilizados em micro aspersão.** 2009.

CAPÍTULO 13

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO NOS NÍVEIS DO BANHADO DO TAIM POR MEIO DE MODELAGEM HIDROLÓGICA

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 07/12/2020

Bibiana Peruzzo Bulé
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Santa Maria – RS
http://lattes.cnpq.br/4315728588764370

Rutineia Tassi
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Santa Maria – RS
http://lattes.cnpq.br/7584743367186364

Stefany Correia de Paula
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Santa Maria – RS
http://lattes.cnpq.br/0770305842020103

Cristiano Gabriel Persch
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Santa Maria – RS
http://lattes.cnpq.br/3427155717569020

Daniel Gustavo Allasia Piccilli
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Santa Maria – RS
http://lattes.cnpq.br/3858010328968944

Carla Fernanda Perius
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Santa Maria – RS
http://lattes.cnpq.br/9893546200028727

RESUMO: O Banhado do Taim (BT) é um ecossistema de área úmida que possui grande biodiversidade e, em razão disso, está inserido em uma Unidade de Conservação (ESEC-Taim), localizada no Sul do Estado do Rio Grande do Sul. No entanto, a bacia hidrográfica contribuinte à ESEC-Taim é alvo de conflito pelo uso de suas águas, já que a orizicultura, principal atividade econômica da região, utiliza água captada a partir da Lagoa Mangueira, tributária ao BT. Dessa forma, demandas hídricas produzem impacto no regime hidrológico do BT e, consequentemente, na manutenção habitats desse ecossistema. Assim, o entendimento de como as retiradas de água para a irrigação afetam o BT é fundamental, e permitem o estabelecimento de cenários considerando diferentes ações de gestão. Esse artigo apresenta o resultado de análises obtidas por meio de simulações matemáticas, realizadas para diferentes cenários de demanda de água para irrigação. Os cenários consideraram diferentes taxas de irrigação, como aquelas mais restritivas que aquelas utilizadas em estudos prévios na região. Os resultados mostraram que reduções entre 25% e 50% nas taxas de irrigação promoveriam acréscimos nos níveis de água do Banhado do Taim da ordem de 20 a 40 centímetros, em longo prazo. Dada a baixa declividade da região, variações desta magnitude são ecologicamente importantes, portanto, mudanças nos padrões de irrigação, bem como seus impactos necessitam estudos mais aprofundados.

PALAVRAS-CHAVE: Comportamento hidrológico, Hidroperíodo, Modelo hidrológico-hidrodinâmico, Simulação hidrológica.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF IRRIGATION IN THE LEVELS OF TAIM WETLAND THROUGH HYDROLOGICAL MODELING

ABSTRACT: The Taim Wetland (TW) is a freshwater ecosystem located in the South of the State of Rio Grande do Sul, and due to the great biodiversity that this ecosystem supports it became a Conservation Unit (ESEC-Taim). However, as in its watershed extensive paddy rice fields occurs demanding a large amount of water, water use conflicts arise because water withdrawals are made from Mangueira Lake, the TW main tributary. Hence, the TW hydrological regime is directly impacted by the water demands and, consequently, the maintenance of the habitats for the different species is impacted as well. Therefore, the understanding of how different water withdrawals scenarios affect the TW sustainability is fundamental to allow the establishment of different water management strategies. In this paper, the impact of different water demands scenarios over the TW hydrological regime was accomplished through mathematical modeling. These scenarios considered different irrigation rates, changing from rates previously evaluates in different studies until more restrictive ones. The results showed that reductions of 25% and 50% on irrigation rates would promote a long-term water level increase from 20 up to 40 centimeters. Due to flat area, water level variations of this magnitude are ecologically important, then changes in irrigation patterns, as well as their impacts, require further studies.
KEYWORDS: Hydrological behavior, Hydroperiod, Hydrological-hydrodynamical modeling, Hydrological simulation.

1 | INTRODUÇÃO

Áreas úmidas são ecossistemas importantes nos âmbitos social e ambiental, que incluem ambientes úmidos naturais e artificiais, banhados, pântanos, turfeiras, entre outros. Essas áreas promovem a regularização do fluxo de água, a manutenção de ecossistemas, além de contribuírem para a distribuição de água para fins diversos como, por exemplo, irrigação e abastecimento humano. Apesar de complexos e frágeis, estes ecossistemas também ajudam na recarga de aquíferos, influenciam no ciclo do carbono, retêm sedimentos e nutrientes, purificam águas e podem abrigar uma vasta biodiversidade (LES LANDES et al., 2014). Em certas localidades, estas áreas enriquecem o solo com sedimentos que resultam em melhores áreas para cultivo de grãos durante as épocas mais chuvosas (TANAKA et al., 2019).

As características destes ecossistemas são fortemente dependentes da disponibilidade hídrica. Observa-se, no entanto, que devido a elevadas demanda pelo uso da água e, mesmo devido às mudanças climáticas globais, os serviços ecossistêmicos deste tipo de ambiente são fortemente ameaçados devido a alterações no regime hidrológico (níveis médios de água e seus padrões temporais) (KLØVE et al., 2014).

As áreas úmidas estão na lista dos ecossistemas mais frágeis e ameaçados do mundo (QUIRINO, 2019), sendo extremamente sensíveis a mudanças em seu balanço hídrico, com consequências das mais variadas, podendo resultar na modificação da

produtividade das plantas, ciclagem de nutrientes e nas taxas de decomposição da matéria orgânica (MEYER, 1999). Além disso, as ações antropogênicas em ecossistemas de área úmida têm potencial de degradação, já que são ambientes muito sensíveis a variações e qualquer pequena mudança em seu comportamento pode ocasionar um reflexo em sua dinâmica. Isto indica que estes locais devem ser monitorados e ter suas funções protegidas (GUASSELLI, 2005).

Um exemplo de área úmida e objeto de estudo deste trabalho é o Banhado do Taim, que está inserido na Estação Ecológica do Taim (ESEC-Taim). Localizado na região sul do Estado do Rio Grande do Sul o Banhado do Taim (BT) é um ecossistema de vasta biodiversidade, ao mesmo tempo em que é alvo de conflitos relacionados ao uso da água que ocorrem em sua bacia de contribuição.

O uso do solo no entorno da ESEC-Taim é de grande heterogeneidade. A região é rodeada por extensivas lavouras de arroz, campos de gado, pastagem, silvicultura (*Pinus sp.*), além de crescentes áreas destinadas ao cultivo de soja (QUINTELA et al., 2019). Embora haja heterogeneidade, a orizicultura tem forte destaque. As fazendas de arroz variam de 250 hectares até 3.000 hectares e são irrigadas pelo sistema de inundação, o que demanda grande quantidade de água para que a lâmina necessária seja mantida (VILLANUEVA et al., 2009).

Dessa forma, a água é um recurso muito valioso na região, tanto para a conservação do BT, como para a orizicultura desenvolvida na região (TASSI et al., 2011).

Devido à grande quantidade de área plantada e irrigada por inundação, há necessidade de retirada de massivos volumes de água diretamente da Lagoa Mangueira, principal corpo hídrico tributário ao BT (TASSI, 2008).

As retiradas de água para irrigação do arroz acontecem em épocas de temperaturas elevadas. Aliado a isso, observa-se também a grande quantidade de evapotranspiração durante os meses de outubro a março no Brasil, o que pode gerar redução do volume de água necessário para a manutenção da biodiversidade local, que é rica em aves, macrófitas, répteis e peixes. Devido à conexão entre as unidades hidrológicas locais, a orizicultura altera o regime hidrológico do BT por alterar o regime das outras unidades hidrológicas adjacentes importantes na manutenção dos níveis de água do BT. Por isso, conhecer a resposta devido aos forçantes externos, como o impacto das retiradas de água para irrigação, ajuda na melhora das práticas de gestão.

Tendo em vista que o arroz é monocultura na região, e de extrema importância social e econômica, o cultivo deste ocorre de maneira contínua ao longo dos anos. Dessa maneira, seguem as pressões que ameaçam a biodiversidade local, devido à necessidade de conservação ecológica do Taim, sem prejudicar a quantidade disponível de água para a irrigação (necessária para culturas de arroz irrigadas por inundação) (VILLANUEVA et al., 2009).

Nesse contexto de conflitos, modelos matemáticos têm grande aplicabilidade, pois permitem a avaliação de diferentes cenários para a gestão dos recursos hídricos, e a identificação de alterações de longo prazo que são potencialmente capazes de modificar os níveis médios de água e seus padrões temporais. Assim, por meio da utilização de um modelo matemático hidrológico-hidrodinâmico de células, desenvolvido para a área de estudo (VILLANUEVA, 1997), foi avaliada a influência das retiradas de água para irrigação nos níveis de água do BT, através da proposição e simulação de diferentes cenários de irrigação.

2 | METODOLOGIA

2.1 Modelo hidrológico-hidrodinâmico de células

O sistema hidrológico do Taim é complexo, fato que, juntamente com a precariedade de dados hidrológicos para a região levou à inexistência de um estudo hidrológico englobando todo o sistema até o ano de 1995. Em 1995 - 1996, no entanto, um estudo realizado na região (IPH, 1996) permitiu a instalação de um sistema de monitoramento hidrológico com a instalação de réguas linimétricas na região, as quais foram monitoradas por um período de cerca de 2 anos. Com essas informações e levantamento de dados em campo, Villanueva (1997) desenvolveu um modelo hidrológico-hidrodinâmico pseudo-bidimensional baseado no balanço hídrico da região do BT e na propagação hidrodinâmica do escoamento de longo prazo, a fim de estimar os níveis de água na região para períodos de interesse, caracterizando o regime hidrológico do local.

No modelo, a área do BT é representada em células não uniformes, com rugosidades específicas, para as quais são atribuídas características relacionadas à realidade local, e agrupadas por similaridade. Internamente, o modelo possui dois módulos: um no qual o processo chuva-vazão é realizado, e outro onde a propagação hidrodinâmica entre as células é realizada. Os dados de entrada necessários para a modelagem incluem séries de precipitação, evaporação, volume de água retirado para fins de irrigação a partir da Lagoa Mangueira e níveis de água da Lagoa Mirim, que atua como contorno de jusante na modelagem.

Como resultado da modelagem, é possível obter, em longo prazo, valores mensais de nível de água para cada célula do Banhado do Taim. Este modelo teve seus parâmetros calibrados e validados com os dados observados nas réguas instaladas em 1997 (VILLANUEVA, 1997), validado novamente (TASSI, 2008) para um novo período de dados obtidos entre os anos entre 1995 e 2002, além de uma validação cruzada recente (2003-2009), através de dados de altimetria derivados do satélite ICESat (DE PAULA, 2019).

2.2 Coleta e tratamento dos dados de entrada

Com o objetivo de avaliar o efeito dos diferentes cenários irrigação nos níveis de água no BT, por meio de simulações no modelo descrito anteriormente, foi realizada uma etapa inicial de levantamento de dados. Os dados de entrada do modelo incluem valores de evaporação e precipitação na bacia de contribuição, volume de água captado a partir da Lagoa Mangueira para irrigação, além da série histórica de cotas da Lagoa Mirim.

As séries de precipitação dos anos de 2005 a 2012 foram obtidas através do banco de dados das Agência Nacional de Águas (ANA, 2017) e, também, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para complementar os dados já pré-existentes no modelo. Foram utilizadas informações de cinco postos distribuídos ao longo da bacia de contribuição. A disponibilidade de dados atuais para a região é precária, por isso, foram utilizados os dados disponíveis, realizando-se o preenchimento de falhas quando necessário, além da espacialização da chuva para entrada no modelo.

Bem como a precipitação, a evaporação histórica na região do BT é um importante dado de entrada no modelo. Os dados de evaporação disponíveis na região são medidos através de dois evaporímetros de Piché localizados ao norte e ao sul da região de interesse e disponibilizados na plataforma online disponível em INMET (2017). Para fins de modelagem, foi utilizada a média aritmética dos valores mensais de cada posto, pois a localização e disposição destes na área permitem tal presunção.

Os dados referentes à irrigação foram obtidos junto ao Instituto Riograndense do Arroz (IRGA, 2017), por meio das informações disponibilizadas em seus boletins referentes à semeadura anual e quantidade de área plantada por município. Estima-se que 40% da área plantada do município de Santa Vitória do Palmar utilize água para irrigação proveniente da Lagoa Mangueira e que são necessários, em média, dois litros por segundo por hectare de área plantada (IPH, 1996). Por meio da estimativa da área alagada para plantio de arroz na região, pode-se obter o volume de água necessária para a irrigação distribuída ao longo dos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro.

Outra variável hidrológica que o modelo faz uso é o nível da Lagoa Mirim, utilizado como condição de contorno na modelagem. Este sistema funciona como um regulador do nível do BT, ou seja, dependendo da lâmina de água, a Lagoa Mirim atua como receptor ou como contribuinte do Taim. O monitoramento dos níveis da Lagoa Mirim é realizado pela Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim, que é responsável pela manutenção do banco de dados de monitoramento.

2.3 Cenários de simulação

Com a finalidade de comparar o efeito de diferentes taxas de retirada de água para irrigação nos níveis do BT, quatro diferentes cenários de simulação foram criados (REF, CI, CII e CIII).

Cenário referência (REF) foi determinado utilizando todos os dados de entrada já contidos no modelo com séries de 1960 a 2004 (TASSI, 2008), juntamente com os dados novos do período de 2005 a 2012 (BULÉ, 2017). Este cenário representa valores utilizados em estudos anteriores e foi recriado para fins de comparação com os demais cenários. Vale ressaltar que a demanda de irrigação neste cenário é de 2 $l.s^{-1}.ha^{-1}$, valor este praticado ao longo do tempo na região e recomendado a partir do ano de 1990 pelo IRGA.

Os cenários I (CI) e II (CII) foram formulados de forma a investigar a influência de menores taxas de irrigação (CI=1,5 $l.s^{-1}.ha^{-1}$ e CII=1,0 $l.s^{-1}.ha^{-1}$) nos níveis do BT. Esses cenários se apresentam como possibilidades para a inclusão de melhorias nas práticas de cultivo do arroz, bem como recomendações obtidas no boletim técnico "Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil" (SOSBAI, 2014), embasado em pesquisas conjuntas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), IRGA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária(EMBRAPA), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), UFPel e UFRGS.

O cenário III (CIII) considerou a taxa nula de irrigação, representando o completo cancelamento da irrigação de arroz na região, em uma situação hipotética de substituição completa da cultura de arroz irrigado por outro cultivo, a exemplo da silvicultura que já ocorre na região.

Não foram realizadas simulações com taxas de irrigação superior àquela do cenário de referência, por dois principais motivos: i) a quantidade de área plantada atingiu um patamar no qual não há grandes possibilidades de expansão; ii) as tendências mundiais apontam para melhores práticas de irrigação, com taxas de aplicação menores que 2 $l.s^{-1}.ha^{-1}$.

Para avaliar exclusivamente o impacto da irrigação, apenas os valores das taxas de irrigação foram alterados, sendo mantidas as séries históricas de precipitação, evaporação e nível da Lagoa Mirim consideradas no cenário de referência.

Os resultados das simulações foram avaliados em termos de variação nos níveis de água, variabilidade nas médias de longo período com relação ao nível de referência Banhado do Taim e curvas de permanência de nível.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a sazonalidade da precipitação, estimativa de irrigação do cenário de referência, evaporação e nível de água médio ao longo dos meses no Banhado do Taim. A série de precipitação obtida mostra a distribuição das chuvas ao longo do ano, ressaltando a redução dos valores em épocas de primavera e leve aumento nos períodos de inverno. As retiradas de água para irrigação apresentam-se somente nos meses de verão, no período entre dezembro e março, de maneira mais intensa nos meses de janeiro

e fevereiro. Com relação à evaporação, é possível observar a forte componente sazonal que faz com que ocorram maiores taxas de evaporação durantes os meses mais quentes do ano. A sazonalidade do nível de água do Banhado do Taim, conhecida como seu hidroperíodo, demonstra níveis médios de 2,80 metros, com amplitude e padrão uniformes.
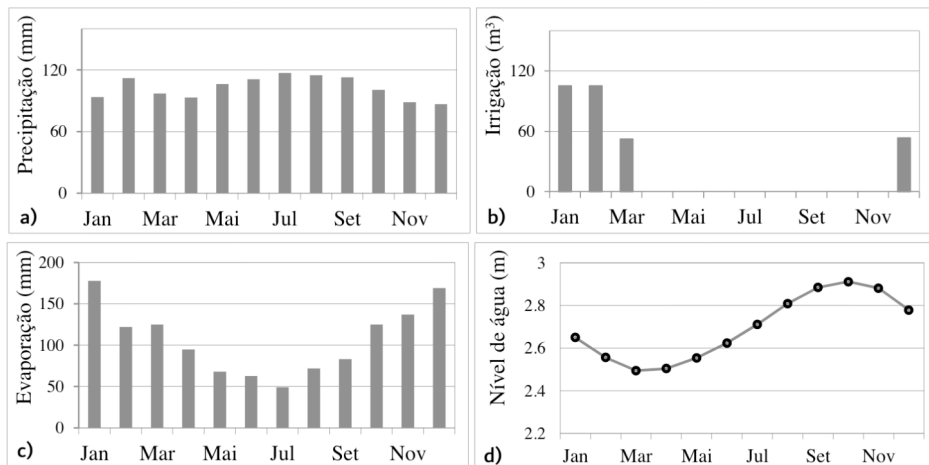
Figura 1 – Sazonalidade de (a) precipitação, (b) irrigação, (c) evaporação e (d) níveis de água no Banhado do Taim.

A Figura 2 apresenta os níveis no Banhado do Taim obtidos através das simulações dos cenários REF, CI, CII e CIII ao longo de todo o período de estudo com suas respectivas médias aritméticas (MR, MI, MII e MIII).
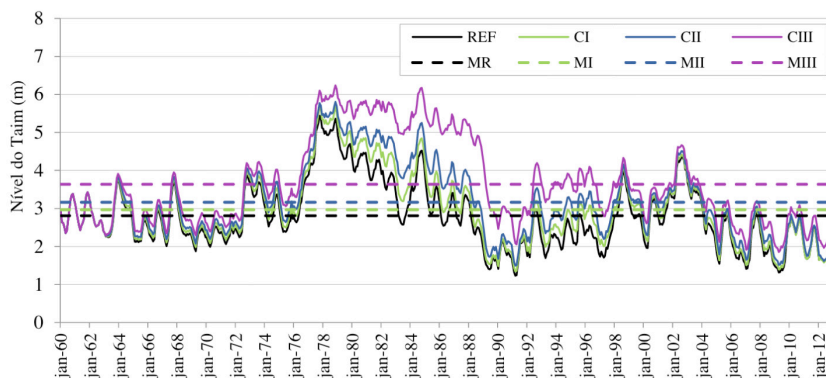
Figura 2 – Resultado obtido para os diferentes cenários simulados.

O cenário de referência representa o padrão, configuração e funcionamento atual do Banhado do Taim, ou seja, o seu ecossistema tem as características atuais devido a todas as influências que sofreu ao longo dos anos, inclusive pelas retiradas de água para irrigação que ocorrem há décadas na região. Possivelmente, se essas práticas nunca tivessem ocorrido na região, o Banhado do Taim não teria as propriedades e particularidades que tem hoje.

Considerando uma análise de longo prazo, no cenário CIII os níveis médios do Banhado do Taim aumentariam em cerca de 90 cm, impondo um novo padrão de configuração de inundação na região, possivelmente com perda dos habitats de diversas espécies e perda de diversas funções. A maior diferença de nível produzida nesse cenário chegou a 2,48 metros, em um período climático que corresponde a uma situação semelhante àquela ocorrida no mês de maio de 1986.

Para o CI, a maior diferença de nível encontrada foi 1,68 metros, com acréscimo de 20 centímetros no nível de água médio; já no CII a máxima diferença de nível foi de 1,74 metros, com acréscimo de 40 centímetros no nível de água médio. O incremento nos níveis médios em longo prazo, embora aparentemente pouco significativos, se traduzem em grandes diferenças de áreas secas ou inundadas, visto que a região toda é muito plana, repercutindo em grandes mudanças para as espécies.

Além dos níveis de água ao longo do tempo, também foi obtida a curva de permanência para cada um dos cenários, conforme Figura 3.
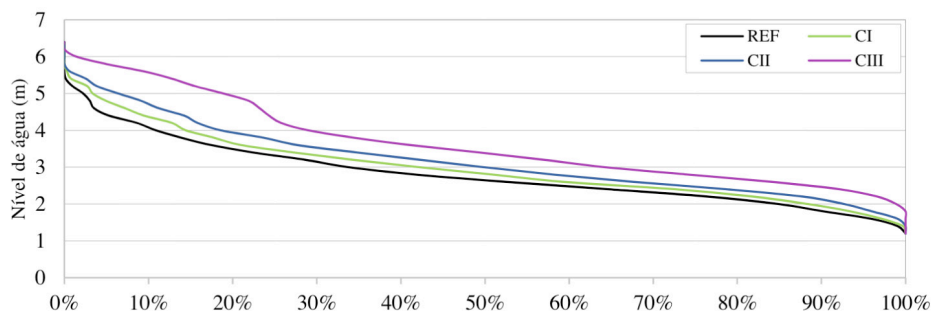
Figura 3 – Curva de permanência: representa o percentual de tempo que os níveis são igualados ou superados.

É possível observar que os níveis máximos e mínimos se alteram entre os cenários modelados. Para todos os níveis, a curva de permanência mostra que eles seriam superiores em todos os cenários em comparação com o cenário referência, o que indica que as reduções nas taxas de irrigação refletem nos aumentos de nível não somente em certos períodos, mas em todo o intervalo de tempo. O nível médio, observado em cerca de

40% do tempo para REF, passa a ser encontrado com frequências de 51%, 60% e 80% do tempo quando considerados CI, CII e CIII, respectivamente.

Além disso, quando avaliado CIII, destaca-se a declividade mais acentuada da curva de permanência entre os valores de 20% e 30% devido a cota da estrada funcionar como uma barragem em 5,5 metros e impedir que a água saia sem invadir a estrada local.

4 | DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As análises realizadas no presente trabalho permitiram um melhor entendimento a respeito do comportamento hidrológico do Banhado do Taim quando ocorrem alterações nas demandas para irrigação. Através dos resultados obtidos, pôde-se confirmar a influência das variáveis analisadas na dinâmica do Banhado do Taim, além de quantificá-las.

Em relação à irrigação, verificou-se que uma redução de 25% nas taxas de aplicação de água promove um aumento do nível médio de água no Banhado do Taim de cerca de 20 centímetros, já a redução em 50% da taxa de irrigação promoveria um aumento médio de 40 centímetros.

A análise realizada é preliminar, embora todo o processo de análise tenha seguido critérios científicos para minimizar as incertezas no resultado, portanto, apenas serve como um indicativo de que é possível admitir a coexistência da orizicultura e conservação do Banhado, em busca da manutenção das condições hidrológicas atuais.

Destacam-se grandes dificuldades para a simulação de cenários como os considerados nesse estudo, dada a escassez de dados de qualidade, o que implica em pequenos erros que são carregados por todo o processo de simulação, incluindo incertezas aos resultados. Assim, uma rede de monitoramento de variáveis hidrológicas na região, e um melhor conhecimento a respeito das taxas efetivas de irrigação traria maior confiabilidade aos resultados.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Hidroweb.** Disponível em: http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp. Acesso em: 10 jan. 2017.

BULÉ, B. P. **Influência das variáveis hidrológicas e da irrigação nos níveis do Banhado do Taim por meio de modelagem hidrológica**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. Santa Maria, 2017.

DE PAULA, S. C. **Previsão Hidroambiental Integrada do Sistema do Taim e Lagoa Mirim - RS**. 2019. 242 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Recursos Hídricos e Saneamento) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2019.

GUASSELLI, L. L. **Dinâmica da vegetação no Banhado do Taim, RS**. 2005. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/. Acesso em: 10 jan. 2017.

IPH. **Comportamento hidrológico do Banhado do Taim**. Relatório e anexos C, D, F, G e H. Porto Alegre, RS: Instituto de pesquisas hidráulicas – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 166 p. v. I.

IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. **Relatório Final de colheita do Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul**. Disponível em: http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/6911/safras. Acesso em: 10 jun. 2017.

KLØVE, B.; ALA-AHO, P.; BERTRAND, G.; GURDAK, J. J.; KUPFERSBERGER, H.; KVÆRNER, J.; MUOTKA, T.; MYKRÄ, H.; PREDA, E.; ROSSI, P.; UVO, C. B.; VELASCO, E.; PULIDO-VELAZQUEZ, M. Climate change impacts on groundwater and dependent ecosystems. **Journal of Hydrology**, v. 518, p. 250-266, 2014.

LES LANDES, A. A.; AQUILINA, L.; DE RIDDER, J.; LONGUEVERGNE, L.; PAGÉ, C.; GODERNIAUX, P. Investigating the respective impacts of groundwater exploitation and climate change on wetland extension over 150 years. **Journal of Hydrology**, v. 509, p. 367-378, 2014.

MEYER, J. L. Impacts of Climate Change on Aquatic Ecosystem Functioning and Health. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 35, n. 6, 1999.

QUINTELA, F. M.; LIMA, G. P.; SILVEIRA, M. L.; COSTA, P. G.; BIANCHINI, A.; LOEBMANN, D.; MARTINS, S. E. High arsenic and low lead concentrations in fish and reptiles from Taim wetlands, a Ramsar site in southern Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 660, p. 1004-1014, 2019.

QUIRINO, R. C. **Estudo hidroquímico das áreas úmidas na porção noroeste da Bacia do Rio Claro (Uberaba, MG)**. 2019. 82 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Rio Claro, 2019.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria - RS, 2014. 192 p.

TANAKA, K.; FUJIHARA, Y.; HOSHIKAWA, K.; FUJII, H. Development of a flood water level estimation method using satellite images and a digital elevation model for the Mekong floodplain. **Hydrological Science Journal**, v. 64, n. 2, p. 241-253, 2019.

TASSI, R. **Gerenciamento hidroambiental de terras úmidas**. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

TASSI, R.; BRAVO, R. M.; MARQUES, D. M.; CARDOSO, A. Avaliação de projeção de anomalias de temperatura e precipitação em cenários climáticos futuros na região do sistema hidrológico do Taim, RS. *In*: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19., Maceió. **Anais** [...] Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2011.

VILLANUEVA, A. O. N. **Simulação de áreas de inundação dinâmicas**: canais compostos e wetlands. 164 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1997.

VILLANUEVA, A. O. N.; MARQUES, D. M.; TUCCI, C. E. M. The Taim Wetland Conflict: A Compromise Between Environment Conservation and Irrigation. **Water International**, v. 25, p. 610-616, 2009.

CAPÍTULO 14

INFLUÊNCIA DAS CARACTERISTICAS DA PRECIPITAÇÃO NA RETENÇÃO DE TELHADOS VERDES EXTENSIVOS

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 06/12/2020

Cristiano Gabriel Persch
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/3427155717569020

Bibiana Peruzzo Bulé
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/4315728588764370

Bruna Minetto
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/3043415388890178

Rutineia Tassi
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/7584743367186364

Daniel Gustavo Allasia Piccilli
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/3858010328968944

Fabiana Campos Pimentel
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
http://lattes.cnpq.br/8485063886729444

RESUMO: Os telhados verdes (TV) têm comprovado benefício no controle de alagamentos, devido à capacidade de reter parte do escoamento gerado pela precipitação. Esse processo é influenciado por uma série de variáveis, como as características física da estrutura, climatologia da região e, especialmente, das características da precipitação. Assim, o presente trabalho tem como propósito mostrar uma análise sobre o comportamento dos TV frente as diferentes características de precipitação, como: volume, intensidades, duração do evento, e dias secos antecedentes a um novo evento de chuva. A análise foi realizada a partir do monitoramento do escoamento e a precipitação de um TV de 6m². Análises estatísticas permitiram verificar que há grande influência do volume precipitado na geração do escoamento e na retenção. Para volumes de até 20mm, a retenção foi elevada, diminuindo à medida que os volumes aumentavam. Intensidades médias e máximas, revelaram-se medianamente influentes no desempenho do TV ao controle do escoamento e retenção. A duração do evento e dias secos antecedentes não foram determinantes para explicar a capacidade de retenção e produção de escoamento. Acredita-se que os resultados do presente estudo contribuem para um melhor entendimento do comportamento e da efetividade da implantação de TV como técnica para o manejo das águas pluviais.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem, escoamento, controle.

INFLUENCE OF THE PRECIPITATION CHARACTERISTICS ON THE RETENTION OF EXTENSIVE GREEN ROOFS

ABSTRACT: Green roofs have proven benefit in flood control. This is due to the ability to retain a significant part of the runoff generated by precipitation. This retention process is influenced by a number of variables, such as physical characteristics of the structure, climatology of the region, and precipitation characteristics. In this context, the purpose of the study is to elucidate the behavior of green roofs in relation to different precipitation characteristics, such as: volume, intensities, duration of the event, and dry days preceding a new rainfall event. For this, a green roof of 6m² was constructed, where flow and precipitation were monitored during 1year (November/2017 to November/2018). From the data it was possible to estimate a great influence of volume precipitated in the generation of flow and in the reduction of retention. At low volumes (up to 20mm), retention remained at a high level, decreasing as volumes increased. Medium and maximum intensities proved to be moderately influential in performance for flow and retention. The duration of the event and previous dry days were slightly influential. The results of the present study provide support for a better understanding of the effectiveness of green roof implantation as a technique for rainwater management.
KEYWORDS: Drainage, flow, control.

1 I INTRODUÇÃO

Segundo dados do Banco Interamericano de Desenvolvimento (2015) a urbanização levará 90% da população a habitar áreas urbanas até o ano de 2050. Este cenário acarreta, gradativamente, um expressivo avanço das cidades em termos de espaço e densidade (BERNDTSSON, 2010), com uma série de alterações físicas, geralmente à custa de áreas verdes, aumentando as superfícies impermeáveis e afetando os processos naturais do ciclo hidrológico. O resultado é o acréscimo e a aceleração do escoamento superficial, modificação dos processos de evapotranspiração e transformação dos padrões locais de clima e precipitação, ocasionando inúmeros problemas à infraestrutura urbana e ao meio ambiente (BERNDTSSON, 2010; DIETZ, 2007).

Diante desse cenário, destaca-se o significativo potencial dos telhados verdes para limitar o excesso do escoamento pluvial, reintegrando uma dinâmica de pré-urbanização (LI; YEUNG, 2014; SIMS et al., 2016), sem prejuízo e necessidade de novos espaços, uma vez que cerca de 40-50% das superfícies impermeáveis são compostas pelas coberturas das edificações (MENTENS; RAES; HERMY, 2006). Além do mais, a implantação de telhados verdes proporciona ainda, direta e indiretamente, múltiplos benefícios estéticos, ambientais e econômicos (KOK et al., 2016; VIJAYARAGHAVAN, 2016). Hidrologicamente, os processos envolvidos estão associados à infiltração e armazenamento da água nas camadas constituintes, conjuntamente com a interceptação vegetal. A dinâmica consiste na redução do escoamento gerado pela precipitação pluviométrica e ao atraso da defluência do excesso por meio da captação de água no sistema, com uma liberação lenta e gradual do volume armazenado, principalmente, na camada de substrato (MENTENS; RAES; HERMY, 2006).

O desempenho e o comportamento hidrológico de um telhado verde dependerão do local onde é implantado e, portanto, os parâmetros ambientais locais, as características da vegetação e as propriedades físicas de suas camadas constituintes são fatores pertinentes para a avaliação do seu desempenho (CIPOLLA; MAGLIONICO; STOJKOV, 2016). A dinâmica do escoamento (detenção e retenção) é influenciada, principalmente, por fatores como: número de camadas e tipo de materiais utilizados (GRACESON et al., 2013; VIJAYARAGHAVAN, 2016); espessura e caracterização físico-química do meio de crescimento (LIBERALESSO, 2018; SOULIS et al., 2017; VANWOERT et al., 2005); tipo e cobertura vegetal (STOVIN et al., 2015; WHITTINGHILL et al., 2015); geometria do telhado (COLLI et al., 2010; VANWOERT et al., 2005), e características climáticas regionais (NAWAZ; MCDONALD; POSTOYKO, 2015).

Outro fator pertinente na avaliação do comportamento dos telhados verdes, sob essa perspectiva, é o efeito gerado pelas características da precipitação sobre o comportamento dos telhados verdes na retenção e escoamento. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo entender, discutir e complementar as investigações referentes à resposta hidrológica frente aos diferentes aspectos da precipitação como volume, intensidade média, intensidade máxima, duração do evento e dias secos precedentes a um novo evento.

2 I METODOLOGIA

Em atendimento aos objetivos propostos, foi construído um telhado verde extensivo de 6m² na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil (latitude 29º 42’ 48’’ S e longitude 53º 43’ 07’’O). O clima predominante é mesotérmico brando Cfa (temperado quente), apresentando como caraterísticas invernos frios, com temperatura média do mês mais frio entre 13°C e 15°C e média das mínimas entre 8°C e 10°C. As precipitações são regulares durante todo o ano, não apresentando estação tipicamente seca, com índices pluviométricos anuais entre 1.500 mm e 1.600 mm. Os ventos predominantes são de leste e sudeste (LÖBLER; SCCOTI; WERLANG, 2015).

O referido telhado verde foi composto por seis componentes: estrutura do telhado, impermeabilização, camada de drenagem, membrana geotêxtil, camada de substrato e a vegetação. A estrutura do telhado foi montada com utilização de madeira apropriada para construção civil, formando a base para a sustentação das demais camadas. A declividade da superfície foi de 1%, com convergência da extremidade até os drenos (instalados junto ao fundo do sistema). Os drenos permitem a retirada do volume excedente do escoamento em cada unidade de telhado verde. A elevação dos telhados a partir do solo foi de aproximadamente 2m.

Após a montagem da estrutura, procedeu-se com a impermeabilização com utilização de plástico de estufa de 250 micras, em camada dupla – o uso deste material baseou-se no sucesso obtido em experiências prévias, critérios econômicos e facilidade

de aplicação. Após a etapa de impermeabilização, foi inserida a camada de drenagem, constituída por um geocomposto de nome comercial MacDrain®2L. Sobrepondo toda a extensão da camada de drenagem, o telhado foi coberto por um geotêxtil do tipo Bidim-RT07 com o objetivo de evitar o carreamento de partículas do substrato para as camadas inferiores e promover proteção adicional com relação ao acesso invasivo de raízes.

A camada de substrato foi composta unicamente por solo, proveniente de região próxima ao experimento na profundidade de 100mm. Análises prévias em laboratório indicaram composição de 20, 38 e 42% de silte, areia e argila, respectivamente. Por fim, o telhado recebeu a cobertura vegetal. A espécie utilizada foi o *Sedum rupestre,* devido a estudos prévios no local, que demostraram que esta espécie teve capacidade de resistir e adaptar-se frente a períodos de estresse hídrico. A densidade aproximada da vegetação foi de 220 un/m².

Para proporcionar a saída do excesso de água proveniente da precipitação, o telhado foi munido de drenos de fundo, confeccionados com tubos de PVC de diâmetro de 100mm, e conectados a um reservatório de 500 litros localizado na parte inferior da estrutura.

O monitoramento consistiu na obtenção do volume escoado a partir do telhado verde e da precipitação incidente (chuva efetiva), diretamente no local do experimento. O monitoramento da precipitação foi realizado com um pluviógrafo do tipo basculante da marca comercial Solar instalado nas proximidades. A precisão de medida foi de 0,2mm e intervalo de leitura de 5 segundos. Também foi instalado um pluviômetro individual sobre o telhado de forma a complementar o monitoramento. O volume escoado, por sua vez, foi determinado a partir da leitura de nível no reservatório, com utilização de uma régua linimétrica. O nível foi convertido em volume, por meio de uma curva chave previamente calibrada.

Após cada evento de chuva, as leituras foram realizadas manualmente em todos os dispositivos (reservatório e pluviômetro). Nesse processo foram descartados os volumes abaixo de 1mm (em função da precisão dos pluviômetros), quando havia suspeita de vazamentos e obstruções no sistema de medição, demora na medição do evento por parte do observador e eventos com indicativo de inconsistência nos registros.

Cada evento de chuva foi caracterizado de acordo com o seu volume e classificados em três faixas: volumes baixos quando a precipitação total foi igual ou inferior a 20mm ($P \leq 20mm$); volumes médios para chuvas entre 20mm e 40mm ($20mm < P \leq 40mm$) e volumes altos para chuvas superiores a 40mm ($P > 40mm$) (HAKIMDAVAR et al., 2014).

A duração também foi computada, compreendendo o período de tempo transcorrido entre o início e o fim da chuva. Para obtenção dessa variável, utilizou-se as leituras realizadas pelo pluviógrafo, e quando esse apresentou alguma inconsistência nos registros, foram utilizados os dados fornecidos pela estação do INMET (INMET-A803). Para essa caracterização, optou-se por empregar a grandeza temporal horária, uma vez que os dados da estação são fornecidos apenas nessa dimensão.

A partir da relação entre volume e duração da chuva foi determinado a intensidade média de cada evento. A intensidade máxima foi computada como sendo o máximo volume precipitado para 1h de duração.

O monitoramento do nível da água escoado para o interior do reservatório permitiu determinar os volumes escoados ao longo do tempo. Essa informação permitiu avaliar como o telhado verde atuou no controle do escoamento durante cada evento chuvoso e qual foi o efeito produzido no armazenamento. O controle do volume do escoamento pluvial foi determinado a partir da obtenção do volume de água escoado e retido (armazenado) e a porcentagem de escoamento e retenção.

Os dados oriundos do monitoramento também foram organizados de maneira a identificar a condição de umidade do substrato em situação anterior a cada evento chuvoso. Para isso, foi contabilizado a quantidade de dias secos antecedentes a um determinado evento, ou seja, quantidade de dias sem precipitação precedentes a um novo evento. Essa informação foi utilizada para caracterizar a disponibilidade de água no substrato e sua capacidade de interferir no maior ou menor armazenamento de água durante o evento chuvoso (TASSI et al., 2014).

Para avaliar a influência de diferentes determinantes relacionados à precipitação no comportamento do telhado verde, e o grau de associação na resposta do escoamento e retenção, foram realizadas análises de regressão simples (princípio da parcimônia), na tentativa de estabelecer equações preditivas com base nas informações do período de estudo. A qualidade dos ajustes foi avaliada por meio do coeficiente de determinação (R^2), considerando que quanto mais próximo de 1, mais influente é a variável na resposta.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de monitoramento foi de 1 ano (365 dias), de 01/novembro/2017 a 31/outubro/2018. O total precipitado fruto de monitoramento foi de 1013mm, contemplando 73 eventos. Desse montante, 6 (seis) superaram a capacidade dos reservatórios, sendo descartados para as análises de retenção. Os volumes variaram entre 1,2mm e 116,95mm, dos quais 49 eventos (67%) foram classificados como de baixos volumes, 13 eventos (18%) como médios e 11 eventos (15%) com volumes altos. A duração das precipitações variou entre 1h e 95h (aproximadamente 4 dias).

A retenção total do período no telhado verde foi de 594,85mm, correspondendo a 59% do volume precipitado monitorado. Esse valor corrobora com o resultado encontrado por Tassi et al. (2014) que relataram valores bastante próximos para dois telhados verdes com 10cm de espessura.

As seções que seguem avaliam a influência das variáveis relacionadas à precipitação – identificadas como sendo as principais determinantes hidrológicas no escoamento e retenção dos telhados verdes: volume, duração, intensidade média do evento, intensidade

máxima e período de dias precedentes sem precipitação. O resumo das variáveis e seus respectivos ajustes são apresentados na Figura 2.

3.1 Influência do volume precipitado

Geralmente, o volume de precipitação é a variável norteadora e que determina o comportamento do escoamento e retenção dos telhados verdes (CARPENTER et al., 2016). Percebe-se que, conforme mostrado na Figura 1, para os volumes considerados baixos (49 eventos ≤ 20mm), a retenção se manteve praticamente no patamar máximo. Quando tomados os eventos (13 ocorrências) de volume médio (20mm < Precipitação ≤ 40mm) a média de retenção diminuiu. Para volumes médios precipitados compreendidos na faixa analisada, Carpenter et al. (2016) relataram uma retenção de 88% para um telhado verde de 1190m² no centro do estado de Nova Iorque (EUA). Para volumes superiores a 40mm, apesar da baixa quantidade de eventos (5 incidências), o comportamento é análogo ao reproduzido nos volumes médios, com médias de retenção levemente inferiores. Pelos resultados, verifica-se que à medida em que os volumes de precipitação aumentam, as capacidades de retenções reduzem, o que era um efeito esperado. Como o substrato do telhado verde tem uma capacidade finita de armazenamento, eventos de maior volume produzem uma proporção maior de escoamento, quando comparado a um evento menor (GETTER; ROWE, 2006). No estabelecimento das equações de regressão, uma relação não-linear ficou evidente entre a precipitação e o escoamento (Figura 2A).
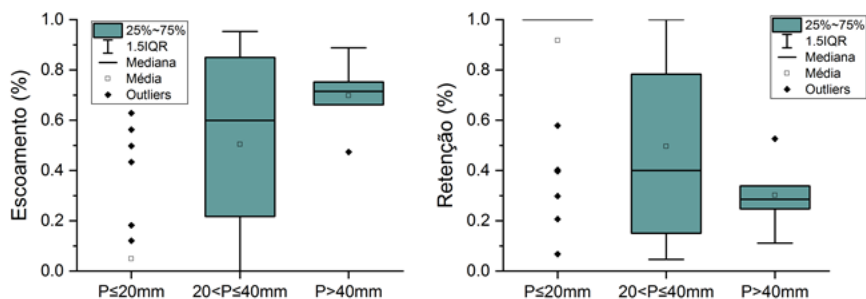
Figura 1 - Influência do volume precipitado no comportamento para o escoamento e retenção.

3.2 Influência da intensidade média e máxima da precipitação

Alguns autores (BENGTSSON; GRAHN; OLSSON, 2004; STOVIN; VESUVIANO; DE-VILLE, 2017) sugerem que a intensidade da precipitação é fator influente na geração de escoamento. Nesta análise, com relação à intensidade média, as equações estabelecidas mostraram um comportamento não-linear em relação ao escoamento (Figura 2B).

O resultado evidencia que há certa influência da intensidade sobre o comportamento dos telhados no escoamento, ou seja, é razoável que maiores intensidades de precipitação tendam a produzir um maior volume de escoamento superficial, sendo a água conduzida ao ponto de descarga com mais rapidez, uma vez que não há tempo suficiente para infiltrar e ocupar os vazios do substrato. Com relação à retenção, nota-se um comportamento positivo crescente até uma intensidade média em torno de 4,5mm/h, mantendo uma retenção média de 82%. Para valores superiores de intensidade, o comportamento na retenção se inverte e torna-se negativo. A partir desse ponto, a média diminui para 46% aproximadamente.

Quando verificada a influência da intensidade máxima no escoamento, as equações de regressão (Figura 2C) resultaram em um comportamento não-linear positivo, com coeficiente de determinação de 0,65. Esse resultado indica que quanto maior o volume ocorrido na duração de 1 hora, maior é a resposta em termos de escoamento. Quando observado o comportamento na retenção, análogo ao escoamento, as regressões indicaram um comportamento não-linear, porém negativo.

3.3 Influência da duração do evento de precipitação

A duração dos eventos é considerado um fator determinante para o comportamento no escoamento e retenção dos telhados verdes (NAWAZ; MCDONALD; POSTOYKO, 2015). Observando-se os resultados (Figura 2D), pode-se aferir uma pequena influência da duração do evento na geração do escoamento. Esse resultado parece ser bem razoável, uma vez que eventos de maiores ou menores durações, por si só, não explicariam um aumento ou decréscimo do escoamento. Quando tomado a duração do evento em relação à retenção, essa influência passa ser mais evidente e significativa, como é perceptível pelas equações de regressão. Isso é razoável, pois eventos com maiores durações (geralmente com baixas intensidades), dão tempo hábil para a recuperação da capacidade de armazenamento por parte do sistema. Tanto para o escoamento como para a retenção, um comportamento não linear entre estas variáveis e a duração do evento foi o que apresentou melhor equação de regressão. Corroborando com o resultado do presente estudo, comportamento análogo foi relatado nas investigações de Nawaz; McDonald; Postoyko (2015).

3.4 Influência de dias secos precedentes

A duração do período sem precipitação antecedente a um novo evento (dias secos) é importante no processo de retenção de água. Quando um telhado verde está sujeito a um longo período sem incidência de precipitação, apresenta um tempo mais adequado para recuperar a capacidade de armazenamento de eventos futuros (LEE; LEE; HAN, 2015; ZHANG et al., 2015). Divergências existem com relação a essa afirmação. Alguns estudos confirmam a relação entre essas variáveis, contrariando outras afirmações que alegam pouco efeito desta componente sobre a retenção (NAWAZ; MCDONALD; POSTOYKO, 2015).

Colaborando com o exposto, no presente estudo, o período seco precedente a novos eventos não se mostrou fator determinante na mudança do comportamento na retenção ($R^2 \approx 0$). O resultado (Figura 2E) talvez seja plausível, uma vez que o período seco não retorna a real umidade do solo. Em outras palavras, um período seco curto, porém com evento de chuva anterior de baixo volume, não reduz significativamente a capacidade de retenção, retornando um coeficiente de escoamento nulo para o evento subsequente. Por outro lado, períodos secos maiores, porém, com eventos de chuva anteriores de elevado volume, podem produzir escoamento substancialmente superior.

Possivelmente, outro fator determinante sejam as taxas de evaporação e transpiração vegetal, inferiores nas estações mais frias e chuvosas. Dessa forma, maiores ou menores períodos secos não gerariam forte efeito sobre a capacidade de retenção.

Corroborando com o resultado encontrado no presente estudo, Nawaz; McDonald; Postoyko (2015) também relataram pouco efeito do período seco precedente a novos eventos na retenção do telhado verde e atribuem a causa às baixas taxas de evapotranspiração ocorridas durante o período monitorado.

(E)
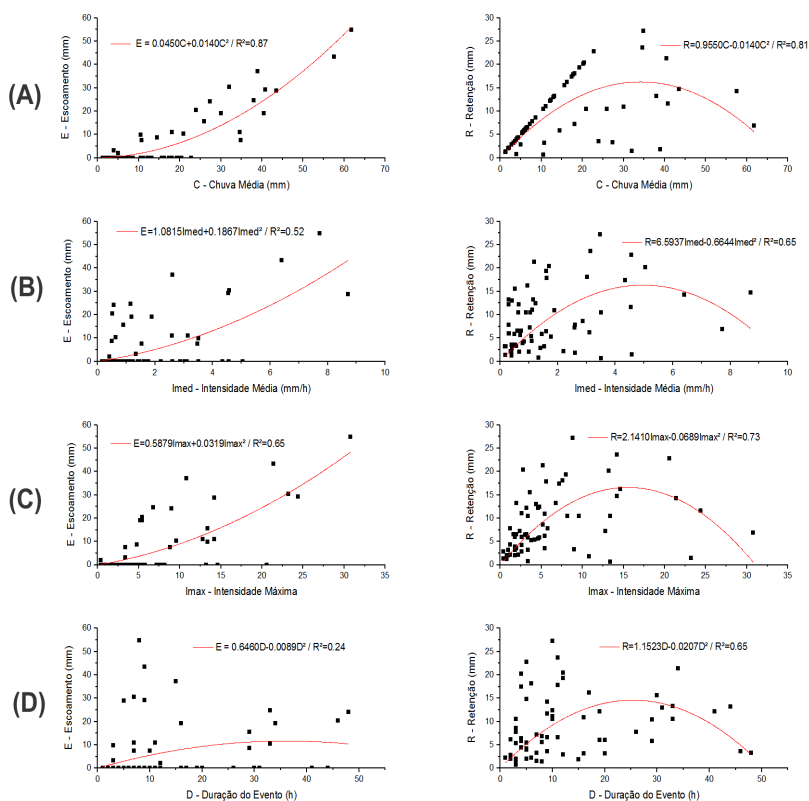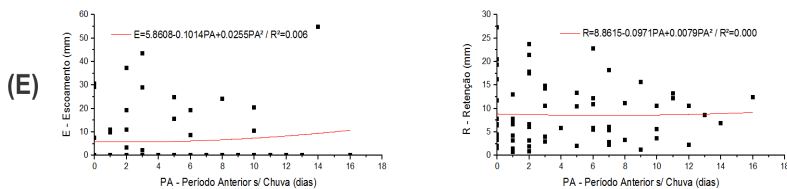
Figura 2 - Influência de determinantes hidrológicos no escoamento e retenção de telhados verdes extensivos.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que o telhado verde apresentou um desempenho efetivo na redução do volume de escoamento. Mesmo nas mais variadas condições climatológicas, experimentadas durante os meses e estações monitoradas, o telhado verde mostrou-se atuante e eficiente na gestão das águas pluviais. Isso demonstra a importante contribuição que estruturas dessa natureza têm na mitigação das inundações e no alívio dos sistemas de drenagem, principalmente em ambientes urbanos.

As análises indicaram que a principal característica da precipitação relacionado ao comportamento do telhado verde, foi o volume precipitado. A efetividade no controle do escoamento diminuiu à medida que aumentavam os volumes de precipitação. Quando avaliado por faixas volumétricas, para volumes considerados baixos, o telhado teve comportamento análogo, com retenção acima de 90%. Para volumes considerados médios e altos, a efetividade na retenção foi diminuindo.

A intensidade máxima, juntamente com a intensidade média também se mostraram variáveis importantes no desempenho dos telhados verdes. Por outro lado, variáveis como a duração dos eventos e a quantidade de dias precedentes sem precipitação mostram-se pouco influentes na capacidade de retenção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro de bolsa FIPE-CT da UFSM, PIBIC-CNPq e PROBIC-CNPq.

REFRÊNCIAS

BENGTSSON, L.; GRAHN, L.; OLSSON, J. Hydrological function of a thin extensive green roof in southern Sweden. **Nordic Hydrology**, v. 36, n. 3, p. 259–268, 2004.

BERNDTSSON, J. C. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. **Ecological Engineering**, v. 36, n. 4, p. 351–360, 2010.

CARPENTER, C. M. G. et al. Water quantity and quality response of a green roof to storm events : Experimental and monitoring observations *. **Environmental Pollution**, p. 1–9, 2016.

CIPOLLA, S. S.; MAGLIONICO, M.; STOJKOV, I. A long-term hydrological modelling of an extensive green roof by means of SWMM. **Ecological Engineering**, v. 95, p. 876–887, 2016.

COLLI, M. et al. Hydrologic performance of green-roof systems from a laboratory test-bed. n. September, 2010.

DIETZ, M. E. Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 186, n. 1–4, p. 351–363, 2007.

FASSMAN-BECK, E. et al. 4 Living roofs in 3 locations: Does configuration affect runoff mitigation? **Journal of Hydrology**, v. 490, p. 11–20, 2013.

GETTER, K. L.; ROWE, D. B. The role of extensive green roofs in sustainable development. **HortScience**, v. 41, n. 5, p. 1276–1285, 2006.

GRACESON, A. et al. The water retention capabilities of growing media for green roofs. **Ecological Engineering**, v. 61, n. PA, p. 328–334, 2013.

HAKIMDAVAR, R. et al. Scale dynamics of extensive green roofs: Quantifying the effect of drainage area and rainfall characteristics on observed and modeled green roof hydrologic performance. **Ecological Engineering**, v. 73, p. 494–508, 2014.

HARPER, G. E. et al. Nine-month evaluation of runoff quality and quantity from an experiential green roof in Missouri , USA. **Elsevier B.V.**, 2014.

KOK, K. H. et al. Evaluation of green roof performances for urban stormwater quantity and quality controls. **International Journal of River Basin Management**, v. 14, n. 1, p. 1–7, 2016.

LEE, J. Y.; LEE, M. J.; HAN, M. A pilot study to evaluate runoff quantity from green roofs. **Journal of Environmental Management**, v. 152, p. 171–176, 2015.

LI, W. C.; YEUNG, K. K. A. A comprehensive study of green roof performance from environmental perspective. **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 3, n. 1, p. 127–134, 2014.

LIBERALESSO, T. **Telhados Verdes Extensivos: Influência da composição do substrato na retenção hídrica e no desenvolvimento da vegetação**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

LÖBLER, C. A.; SCCOTI, A. A. V.; WERLANG, M. K. Contribution to the delineation of Pampa and Atlantic Forest biomes in Santa Maria, RS. **Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1250–1257, 2015.

MENTENS, J.; RAES, D.; HERMY, M. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? **Landscape and Urban Planning**, v. 77, n. 3, p. 217–226, 2006.

NAWAZ, R.; MCDONALD, A.; POSTOYKO, S. Hydrological performance of a full-scale extensive green roof located in a temperate climate. **Ecological Engineering**, v. 82, p. 66–80, 2015.

SIMS, A. W. et al. Retention performance of green roofs in three different climate regions. **Journal of Hydrology**, v. 542, p. 115–124, 2016.

SOULIS, K. X. et al. Simulation of green roof runoff under different substrate depths and vegetation covers by coupling a simple conceptual and a physically based hydrological model. **Journal of Environmental Management**, v. 200, p. 434–445, 2017.

STOVIN, V. et al. The influence of substrate and vegetation configuration on green roof hydrological performance. **Ecological Engineering**, v. 85, p. 159–172, 2015.

STOVIN, V.; VESUVIANO, G.; DE-VILLE, S. Defining green roof detention performance. **Urban Water Journal**, v. 14, n. 6, p. 574–588, 2017.

TASSI, R. et al. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 3, p. 139–164, 2014.

VANWOERT, N. D. et al. Watering regime and green roof substrate design affect Sedum plant growth. **HortScience**, v. 40, n. 3, p. 659–664, 2005.

VIJAYARAGHAVAN, K. Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 57, p. 740–752, 2016.

WHITTINGHILL, L. J. et al. Comparison of stormwater runoff from sedum, native prairie, and vegetable producing green roofs. **Urban Ecosystems**, v. 18, n. 1, p. 13–29, 2015.

ZHANG, Q. et al. The capacity of greening roof to reduce stormwater runoff and pollution. **Landscape and Urban Planning**, v. 144, p. 142–150, 2015.

CAPÍTULO 15

SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA CAPTAÇÃO E POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA INSTALAÇÃO EM CISTERNAS

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 04/12/2020

Aline Branco de Miranda Lázari
UNAERP-Universidade de Ribeirão Preto,
Departamento de Engenharia Civil
Ribeirão Preto – SP
http://lattes.cnpq.br/9195791698988847

Fábio Augusto Pires Pereira
UNAERP-Universidade de Ribeirão Preto,
Departamento de Engenharia Civil
Ribeirão Preto – SP
http://lattes.cnpq.br/6346551442641753

RESUMO: Atualmente uma parcela considerável da população brasileira não tem acesso a saneamento básico. Uma parte destes já utilizam a água pluvial como única fonte de abastecimento, por meio do uso de cisternas. Nestes casos, a água é consumida sem qualquer tratamento ou critério de consumo, trazendo à tona problemas de saúde pública. Esta é uma situação grave, mas que pode ser minimizado se ações relativas ao tratamento desta água forem aplicadas. Diante disso, procurou-se desenvolver uma forma de tratamento das águas pluviais em unidades residenciais e criar um sistema capaz de tornar potável a água acumulada em cisternas, com baixo custo, facilidade de construção, implantação e operação. O protótipo foi construído com o uso de materiais simples, encontrados comumente na construção civil, englobando um sistema de pré-filtro, descarte de água da primeira chuva, filtração e desinfecção. O funcionamento deste foi satisfatório, sendo que a água resultante do processo atendeu os quesitos de potabilidade, com exceção do cloro residual. Os custos envolvidos para a produção do sistema também atenderam às expectativas, sendo possível a aplicação sem grandes investimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Água Pluvial, Tratamento, Potabilidade.

LOW COST SYSTEM FOR COLLECTING AND POTABILIZING RAINWATER FOR INSTALLATION IN CISTERNS

ABSTRACT: Currently, a considerable portion of the Brazilian population does not have access to basic sanitation. Some of them already use rainwater as the only source of supply, using cisterns. In these cases, water is consumed without any treatment or consumption criteria, bringing public health problems to the fore. This is a serious situation, but it can be minimized if actions related to the treatment of this water are applied. Therefore, we sought to develop a form of rainwater treatment in residential units and to create a system capable of making the water accumulated in cisterns potable, with low cost, ease of construction, implementation, and operation. The prototype was built using simple materials, commonly found in civil construction, encompassing a pre-filter system, disposal of water from the first rain, filtration, and disinfection. The functioning of this was satisfactory, and the water resulting from the process met the requirements of potability, except for residual

chlorine. The costs involved in producing the system also met expectations, making it possible to apply them without major investments.
KEYWORDS: Rainwater, Treatment, Potability.

1 I INTRODUÇÃO

O uso de água pluvial como alternativa racional de abastecimento não potável vem sendo amplamente difundido por ser de fácil aplicação e custo relativamente baixo.

De acordo com o conceito de sustentabilidade, a equidade no abastecimento público e a universalização destes serviços são fundamentais para o avanço em aspectos de saúde pública. Por isso, elaborar um sistema de baixo custo para a captação, tratamento e desinfecção da água pluvial com a finalidade de torná-la apta à atender ao padrão de potabilidade, à famílias que estão à margem do saneamento básico, sem qualquer assistência ou recursos que possibilitem obter água de qualidade no meio em que vivem, é de extrema importância.

O uso das águas pluviais como fonte de abastecimento potável já é utilizado em áreas rurais e em locais em que as demais fontes de água sofrem com a sazonalidade dos regimes climáticos e hidrológicos. No Brasil, essa solução é adotada há muitos anos no semiárido (DIAS, 2004). Tal sistema de abastecimento tem importância ímpar em regiões desassistidas de condições básicas de moradia. Em sua pesquisa, sobre a implantação do programa P1MC (Plano 1 Milhão de Cisternas) em comunidades do Ceará, Dias (2004) retrata:

> "Se, para os que vivem no meio urbano, com infraestrutura básica de água, esgoto, energia elétrica, a cisterna pode ser avaliada como um paliativo, já que ainda está longe de ser comparada a um sistema de saneamento básico, para aquelas famílias, a cisterna é um artigo de grande valor. Imagine o que é deixar de caminhar quilômetros e quilômetros, horas e horas, sob um sol escaldante, à busca de água e, quando encontra, é um líquido barrento, de qualidade duvidosa para o consumo humano.

Um segundo ponto relevante está no fato de que o uso despreparado deste meio de abastecimento pode trazer malefícios à saúde. Um estudo realizado por Silva et al. (2012), analisou a prevalência de diarreia em crianças menores de 60 meses, segundo o tipo de abastecimento de água utilizado. Neste estudo não foi possível ligar o uso de água pluvial por meio de cisternas à causa da doença, mas verificou-se que as barreiras sanitárias que auxiliam na manutenção da qualidade da água não estavam sendo adotadas por completo.

Heller (2010) menciona que os dois mecanismos principais de transmissão de doenças pela água, por agentes biológicos, são a transmissão por ingestão de água contaminada e a transmissão pela falta de água, prejudicando as condições de higiene.

O objetivo do estudo caracteriza-se em propor um protótipo de um sistema de baixo custo para a captação, tratamento e desinfecção de águas pluviais, com a aplicação

em cisternas existentes, para posterior teste da qualidade da água e verificação de sua eficiência e aplicação.

2 I MATERIAIS E MÉTODOS

O protótipo construído foi implantado após a captação da água coletada por uma cobertura existente, com o emprego de calhas para a coleta e envio ao sistema de tratamento. O sistema criado pode ser retratado de acordo com o esquema da figura 1.
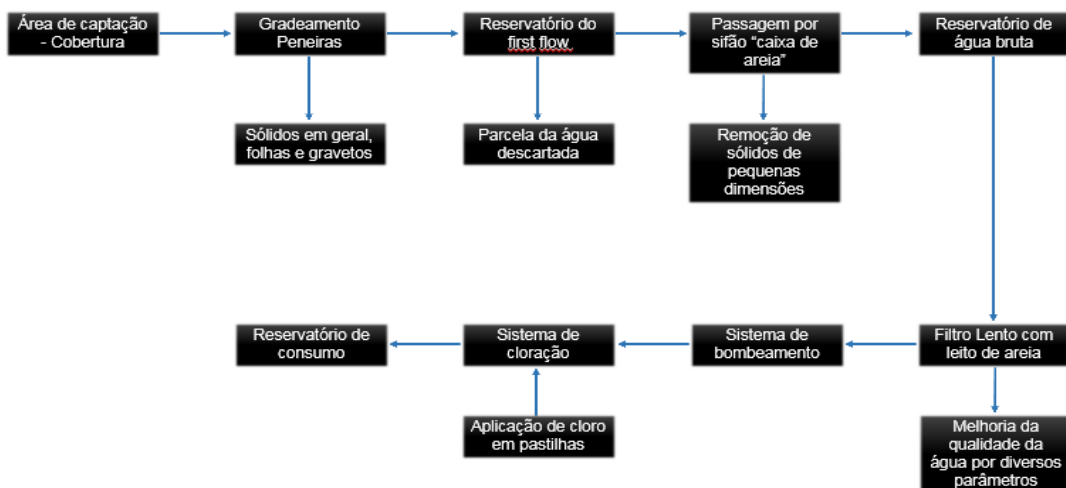
Figura 1: Fluxograma do protótipo

Fonte: Autor (2019)

A coleta inicia-se com um gradeamento onde o protótipo contou com uma peneira simples para a separação de sólidos maiores. A peneira utilizada tem trama inferior à 3mm e foi montada utilizando tubulação em PVC e tela de poliéster.

Para o sistema de descarte da primeira água, ou "*first flush*", considerou-se neste projeto algumas premissas de acordo com o foco a que se quer alcançar, desta forma, como o objetivo deste estudo é atender à populações que apresentam condições extremas de falta de água, foi considerado neste projeto o descarte de 1,0mm de precipitação, entendendo que qualquer volume acima disto já se torna uma perda importante. Outro ponto é o tempo de descarte da água armazenada no reservatório do "*first flush*". Como não é possível desperdiçar qualquer volume, adotou-se para este projeto o máximo tempo possível, dentro do limite de 3 dias para esvaziamento completo do reservatório, conforme aborda Tomaz (2003).

O sistema de descarte que foi executado conta com um fechamento por bola flutuante, confinada no primeiro tramo da tubulação do reservatório, entre uma grelha na parte inferior e um funil plástico na parte superior. Este sistema está representado na figura 2.
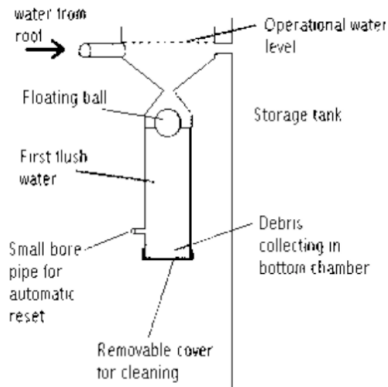
Figura 2: Sistema First Flush utilizado

Fonte: Tomaz, 2003

Para o esvaziamento do sistema de "*first flush*", na parte inferior, existe uma perfuração com o diâmetro calculado para que o esvaziamento seja de forma lenta o suficiente para que repetidas chuvas possam ser aproveitadas, uma vez que a área de superfície já está limpa após a primeira chuva e não seria necessário fazer nova limpeza, descartando novamente a primeira água. Este esvaziamento deve ser automático, evitando a falta de descarte da primeira chuva e, consequentemente, o arraste de partículas para o sistema.

Em continuidade, o reservatório de água bruta deve ser considerando que exista um volume ideal, que está alinhado com a hidrologia real do local, com as variações ligadas à sazonalidade das estações e com as variações de consumo. Nesta pesquisa, o volume do reservatório não foi dimensionado por conta da proposta original em se aplicar o sistema proposto em cisternas já existentes.

O filtro lento de areia é também chamado de bio filtro por conta da atividade biológica que possui. Esta atividade biológica ocorre por conta de uma camada de bactérias que se forma na parte superior do filtro. Segundo Di Bernardo et al. (2005), no início da operação os filtros lentos têm eficiência baixa, por conta de o meio filtrante estar limpo. Esta camada pode demorar desde alguns dias a até semanas para se formar dependendo da qualidade da água do afluente, do meio filtrante e dos parâmetros de operação.

Para que a camada biológica sobreviva e continue em atuação, é importante que se mantenha um nível mínimo de água no interior do filtro constantemente, esta condição foi garantida com a execução de um sifão na saída dos filtros.

No perímetro interno dos tubos que compõe o corpo do filtro, foram inseridos três anéis de espuma, colados à parede dos filtros com o intuito de não permitir ou dificultar a passagem da água entre os aglomerantes e a parede interna dos tubos, formando uma barreira que direciona a água novamente para o meio filtrante.

Os tubos do corpo dos filtros possuem uma altura de 98,5cm, sendo que 20cm foram preenchidos com brita de basalto com tamanho entre 4,8 a 9,5mm. Acima desta camada tem uma segunda camada de 20 cm de areia média de construção civil, com granulometria de 0,3 a 1,2mm. Por fim, uma camada de 50cm areia fina de construção civil, com granulometria entre 0,05 a 0,3mm. Todos os materiais foram lavados antes de serem adicionados aos filtros com água limpa e clorada até que a água da lavagem tivesse o aspecto límpido.

Na sequência dos filtros, o protótipo conta com um reservatório que acumula a água filtrada. Este reservatório é construído com o mesmo material e ele conta com dois acessos por baixo, um de entrada de água que vem dos filtros e uma saída. Esta entrada tem uma tubulação interna a este reservatório até o nível do topo dos filtros que serve para mantê-los sempre com água, garantindo o biofilme.

O protótipo construído não conta com uma bomba porque a captação de água para os ensaios foi efetuada após filtração, de toda forma, a proposta para a aplicação é a de implantar uma bomba após o sistema de filtração, efetuando o recalque para o reservatório da residência atendida pelo sistema.

A etapa de sanitização é o último processo do sistema, completando o tratamento da água, possibilitando a sua potabilização, antes de seu armazenamento final para consumo.

O clorador é um recipiente capaz de armazenar pastilhas de hipoclorito de cálcio que entram em contato com a água assim que a bomba é acionada. O clorador deve estar instalado na tubulação de recalque da bomba, sem sifões ou válvulas de retenção em todo o percurso. Esta condição deve ser atendida para que o clorador possa esvaziar após o bombeamento de água por conta da equalização da pressão interna na tubulação, não permitindo a dissolução contínua das pastilhas gerando superdosagem em todo o sistema.

Na figura 3 é possível ver o sistema pronto para ser instalado, com seus diversos componentes.

Figura 3: Sistema montado com seus diversos componentes

Fonte: Autor (2018)

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avaliando criticamente o sistema construído, pode-se afirmar que o protótipo atendeu às expectativas. A água coletada não apresentou qualquer material sólido grosseiro, indicando que o gradeamento atendeu às necessidades do projeto. O sistema de "*first flush"* descartou a água conforme projetado e o sistema de separação usando a bola flutuante também operou corretamente. O sistema "*first flush"* esvaziou num tempo próximo ao calculado.

Os filtros operaram normalmente, no que se refere às questões mecânicas. O sistema de sifonamento manteve os filtros com água acima da superfície da areia. O reservatório de água filtrada, com a instalação do respiro, operou corretamente, sem vazamentos e sem a geração de vácuo ou sobre pressão que influenciavam na operação dos filtros quando o respiro não existia.

Mesmo com o sistema funcionando corretamente, em uma avaliação simplificada que considera os aspectos mecânicos, hidráulicos e estruturais, após a construção do protótipo pôde-se verificar alguns pontos de melhoria. Seguindo o processo de funcionamento do protótipo, como primeiro ponto de melhoria, o sistema de peneiramento pode contar com mais de uma trama. Com duas ou três malhas diferentes, para telhados onde se possui

grande quantidade de vegetação no entorno, por exemplo, o desempenho do sistema pode ser melhor por conta da passagem mais rápida da água pelo gradeamento e uma quantidade menor de água perdida no processo de limpeza das peneiras durante seu funcionamento. Uma única malha não permite que os materiais entrem no sistema, mas se receber uma quantidade maior de material sólido, muita água se perde por conta do seu desvio ao bater nos próprios materiais que se acumulam no início do primeiro fluxo.

No reservatório do “*first flush*”, como melhoria para a manutenção do sistema, é importante a instalação de uma abertura de visita na parte inferior que possibilite o acesso a este ponto para efetuar a remoção do material sólido que se acumulará ao longo do tempo de operação.

Para as cisternas, pensando na situação real de aplicação, é importante prever uma inclinação no fundo e um rebaixo como um pequeno poço, para facilitar a limpeza e a remoção dos sólidos que irão sedimentar no fundo.

Para o filtro, verifica-se que o controle granulométrico é fundamental para o bom desempenho, bem como a qualidade da areia utilizada. A areia utilizada no protótipo era convencional, adquirida em um deposito de materiais de construção de maneira proposital, uma vez que o objetivo do projeto é gerar uma alternativa de baixo custo e que facilitasse a montagem. O controle tecnológico deste material faria diferença na qualidade final da água. Durante a lavagem da areia, antes do preenchimento do filtro, encontrou-se partículas de material orgânico e materiais estranhos, outro ponto que desfavorece a qualidade do funcionamento do filtro. Os filtros poderiam ainda contar com uma camada de carvão ativado, favorecendo a remoção de produtos orgânicos, reduzindo os parâmetros de odor e sabor.

O sistema de controle da cloração deve ser aprimorado para evitar a superdosagem. A possibilidade de se regular ou separar uma parcela de água que passa por ele e se mistura na sequência pode favorecer o controle de cloração.

Com o volume do reservatório, que foi utilizado para armazenar a água retida após a filtração, e a área superficial do elemento filtrante, combinados com o tempo gasto para que a água filtrada ocupasse todo o volume do reservatório pós filtração, é possível determinar a taxa de filtração. A tabela 1 demonstra os tempos obtidos em 7 ciclos consecutivos de abastecimento do reservatório de pós filtração, com Tm sendo a taxa média.

Tempo de enchimento reserv. pós filtração	Altura da água no reservatório de água bruta	Taxa de filtração cálculada
	h0 = 720,00 mm	
t1 = 3676 s	h1 = 659,50 mm	T1 = 11,11 $m^3m^{-2}d^{-1}$
t2 = 4086 s	h2 = 600,00 mm	T2 = 9,99 $m^3m^{-2}d^{-1}$
t3 = 4595 s	h3 = 541,50 mm	T3 = 8,88 $m^3m^{-2}d^{-1}$
t4 = 5444 s	h4 = 485,20 mm	T4 = 7,50 $m^3m^{-2}d^{-1}$
t5 = 6372 s	h5 = 429,10 mm	T5 = 6,41 $m^3m^{-2}d^{-1}$
t6 = 7348 s	h6 = 372,90 mm	T6 = 5,56 $m^3m^{-2}d^{-1}$
t7 = 9020 s	h7 = 316,00 mm	T7 = 4,53 $m^3m^{-2}d^{-1}$
tm = 5791,57 s		Tm = 7,05 $m^3m^{-2}d^{-1}$

Tabela 1 – Tempos gastos e cálculo das taxas de filtração

Fonte: Autor (2018)

Fica explicito que a altura manométrica da água no reservatório gera uma pressão sobre os filtros, fazendo com que a vazão seja superior, alterando a taxa de filtração e, consequentemente, qualidade da água filtrada.

Destacando as premissas deste experimento, é importante para a manutenção da qualidade e boa operação do filtro que a taxa de filtração não seja superior à 6,0m³m-2d-1, uma vez que, de acordo com Pádua (2010), a taxa de filtração para este tipo de filtro deve estar entre 3,0 a 6,0 $m^3m^{-2}d^{-1}$. Não é possível alterar a composição das camadas de areia do filtro, aumentando assim a perda de carga e, consequentemente, reduzindo a taxa de filtração porque foi possível perceber que a relação entre altura manométrica e taxa de filtração é diretamente proporcional. Desta forma, se a perda de carga for elevada, teremos no início da operação uma taxa de filtração dentro do esperado, entretanto, chegará o momento em que haverá água no reservatório mas ela não terá pressão suficiente para passar pelo processo de filtração. Esta ocorrência reduzirá a capacidade útil do reservatório de água bruta, acumulando água que não será utilizada ou que terá uma filtração extremamente lenta, não fornecendo o volume diário esperado.

De acordo com o gráfico da figura 4 é possível verificar a relação entre a altura manométrica e a taxa de filtração e, demarcado entre as linhas azuis, a faixa ideal de operação dos filtros. Como maneira de resolver esta questão, é necessário desenvolver mecanismos que mantenham a pressão, ou altura manométrica, de maneira constante ou com uma variação prevista, dentro de uma faixa de utilização ideal, na entrada do filtro, mantendo desta forma o mesmo valor de taxa de filtração ou uma taxa com uma variação definida para a operação ideal.
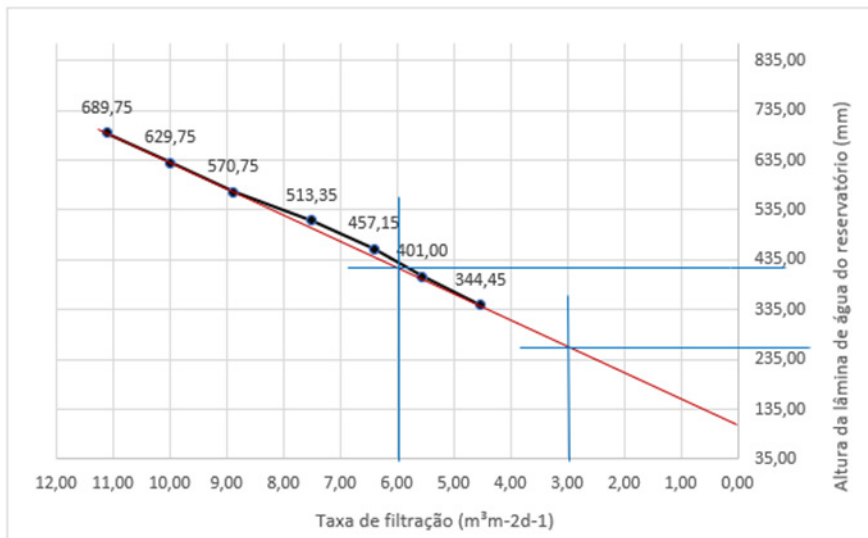
Figura 4: Gráfico Taxa de Infiltração x Altura Manométrica

Fonte: Autor (2018)

Avaliando a figura 4, para se manter uma taxa de filtração entre 3 e 6 $m^3m^{-2}d^{-1}$, a altura manométrica deve permanecer entre 260mm a 420mm para o caso do protótipo, sendo assim, um segundo reservatório, menor, equipado com uma boia mecânica, sería capaz de fornecer água aos filtros de maneira constante e sempre dentro de um mesmo nível de pressão. Esta seria uma alternativa de baixo custo e execução simples para controlar a taxa de filtração, utilizando os cálculos indicados para a altura manométrica ideal.

Quanto aos custos de implantação do sistema, o valor total de materiais aplicados no projeto foi de R$988,58 (novecentos e oitenta e oito reais e cinquenta e oito centavos), sem considerar a aplicação de mão de obra.

Quanto a potabilidade da água tratada por este sistema, foi seguida a portaria de potabilidade no Brasil, a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde, que indica todos os parâmetros necessários para a verificação de qualidade da água para fins potáveis.

Para o desenvolvimento deste projeto foram coletadas duas amostras de água, sendo uma da água bruta (amostra 1), antes do sistema de filtração e desinfecção e uma segunda após o tratamento (amostra 2). Estas amostras foram submetidas aos ensaios previstos na Portaria citada, por equipe de laboratório de análises de água particular. As análises têm como objetivo verificar se o sistema de tratamento foi eficiente e de que maneira ele atuou sobre as caraterísticas físicas, químicas e biológicas da água em estudo.

Para os aspectos físicos os resultados das análises demonstraram que o tratamento reduziu a cor aparente e Turbidez da amostra, entretanto, o nível de sólidos totais,

suspensos e dissolvidos foi mais elevado ao final do tratamento, o mesmo ocorreu com a condutividade elétrica. Os resultados estão retratados na tabela 2.

Ensaio	Unidade	LQ	Resultados		VMP	Conformidade	
			Amostra 1	Amostra 2		Aceitável	Inaceitável
Cor Aparente	uC	3,0	**7,0**	**<LQ**	15		
Turbidez	NTU	0,50	**1,93**	**1,01**	5		
Condutividade Elétrica	µS/cm	1,0	**5,4**	**87,0**	NC		
Solidos Totais Dissolvidos	mg/L	1,0	**1,0**	**3,0**	1000		
Solidos Totais	mg/L	1,0	**5,0**	**16,0**	NC		
Soildos Totais Suspensos	mg/L	1,0	**4,0**	**13,0**	NC		

LQ: Limite de Quantificação NC: Não consta NTU: Unidade Nefelométrica de Turbidez
VMP: Valor Máximo Permitido uC: Unidade de cor NMP: Número Mais Provável

Tabela 2 – Análises dos parâmetros físicos das amostras.

Fonte: BioElementos Análises e Consultorias Ambientais LTDA (2018)

O sistema de tratamento resultou, para os aspectos químicos, um nível de cloro superior ao máximo permitido pela legislação. Também elevou o pH da amostra para 7,9, mantendo este dentro da faixa recomendada para potabilidade, que é de 6,0 a 9,5.

Outros aspectos químicos abordados pela legislação não foram objetivo de estudos por entender que a probabilidade de se encontrar certas substâncias em água de chuva, nas condições do experimento em questão e do modelo de captação eram remotas. Não foram realizadas as análises para elementos químicos orgânicos, agrotóxicos, ciano toxinas e radioatividade. Os resultados das análises para os parâmetros químicos das amostras estão indicados na tabela 3.

Ensaio	Unidade	LQ	Resultados		VMP	Conformidade	
			Amostra 1	Amostra 2		Aceitável	Inaceitável
Cloro Residual Livre	mg/L Cl_2	0,10	<LQ	**14,5**	5		
pH	-	1 a 13	**6,6** **27,3°C**	**7,9** **26,3°C**	OBS.		
Alcalinidade Total	mg/L $CaCO_3$	3,00	**2,00**	**15,3**	NC		
Dureza	mg/L $CaCO_3$	2,50	**1,50**	**21,6**	500		
Demanda Quimica de Oxigênio	mg/L O_2	10	<LQ	<LQ	NC		
Fluoreto	mg/L F	0,20	<LQ	**0,45**	1,5		
Cloreto	mg/L Cl-	5,00	<LQ	**14**	250		
Sulfato	mg/L SO_4^{2-}	10,00	<LQ	<LQ	250		
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L S^{2-}	0,005	<LQ	<LQ	0,1		
Amônia (NH_3)	mg/L NH_3	0,05	<LQ	<LQ	1,5		
Nitrato (como N)	mg/L N-NO_3	2,00	<LQ	<LQ	10		
Nitrito (como N)	mg/L N-NO_2	0,01	<LQ	<LQ	1		
Fósforo	mg/L P-PO_4	1,00	<LQ	<LQ	NC		
Antmônio	mg/L Sb	0,001	<LQ	<LQ	0,005		
Arsênio	mg/L As	0,001	<LQ	<LQ	0,01		
Bário	mg/L Ba	0,01	<LQ	**0,074**	0,7		
Cádmio	mg/L Cd	0,001	<LQ	<LQ	0,005		
Chumbo	mg/L Pb	0,01	<LQ	<LQ	0,01		
Cianeto	mg/L Cn	0,07	<LQ	<LQ	0,07		
Cobre	mg/L Cu	0,009	<LQ	<LQ	2		
Cromo	mg/L Cr	0,01	<LQ	<LQ	0,05		
Mercúrio	mg/L Hg	0,0002	<LQ	<LQ	0,001		
Níquel	mg/L Ni	0,01	<LQ	<LQ	0,07		
Selênio	mg/L Se	0,001	<LQ	<LQ	0,01		
Urânio	mg/L U	0,01	<LQ	<LQ	0,03		
Alumínio	mg/L Al	0,01	<LQ	**0,084**	0,2		
Ferro	mg/L Fe	0,01	<LQ	**0,081**	0,3		
Manganês	mg/L Mn	0,01	<LQ	<LQ	0,1		
Sódio	mg/L Na	0,50	<LQ	**8,93**	200		
Zinco	mg/L Zn	0,01	**0,087**	<LQ	5		
Surfactantes	mg/L	0,15	<LQ	<LQ	0,5		

LQ: Limite de Quantificação NC: Não consta NTU: Unidade Nefelométrica de Turbidez
VMP: Valor Máximo Permitido uC: Unidade de cor NMP: Número Mais Provável

Tabela 3: Análise de parâmetros químicos das amostras.

Fonte: BioElementos Análises e Consultorias Ambientais LTDA (2018)

Para os aspectos biológicos as amostras indicaram resultados positivos. O sistema de desinfecção foi eficiente, uma vez que a amostra antes do tratamento apresentava níveis de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes e, após o tratamento, constatou-se a ausência dos microrganismos avaliados de acordo com os limites da legislação.

Não foi efetuada a análise de Bactérias Heterotróficas na amostra 1 por se saber antecipadamente dos resultados de coliformes, deste modo, era certo de que haveria a existência de Bactérias Heterotrófica em quantidade superior ao máximo permitido. Os resultados estão explicitados na tabela 4

Ensaio	Unidade	LQ	Resultados		VMP	Conformidade	
			Amostra 1	Amostra 2		Aceitável	Inaceitável
Demanda Biológica de Oxigênio	mg/L DBO_5	2,0	<LQ	<LQ	NC		
Coliformes Totais	NMP/100mL	1,8	270	Ausência	Ausência		
Escherichia Coli	NMP/100mL	1,8	<LQ	Ausência	Ausência		
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1,8	170	Ausência	NC		
Bactérias Heterotróficas	UFC/ml	1,0		Ausência	500		

LQ: Limite de Quantificação NC: Não consta NTU: Unidade Nefelométrica de Turbidez
VMP: Valor Máximo Permitido uC: Unidade de cor NMP: Número Mais Provável
UFC: Unidades Formadoras de Colônias

Tabela 4: Análise dos parâmetros bacteriológicos das amostras

Fonte: BioElementos Análises e Consultorias Ambientais LTDA (2018)

4 | CONCLUSÃO

De acordo com a análise de dados efetuada, é possível concluir que o sistema é um bom caminho para resolver os problemas da qualidade da água de pessoas que dependem de cisternas para abastecimento, principalmente ao que tange à sustentabilidade ambiental, econômica e social. O sistema é viável sob o ponto de vista executivo, com materiais simples e montagens manuais foi possível obter resultados satisfatórios para a obtenção de água potável.

Verifica-se que os pontos de melhoria indicados são de simples execução e não alteram de maneira expressiva os custos e operação do sistema, mas trazem importantes benefícios para a qualidade da água e para a longevidade do funcionamento deste.

Por fim a qualidade da água após o tratamento atende aos padrões de potabilidade, com exceção dos valores de Cloro Residual, sendo necessário novos estudos que melhorem os sistemas de desinfecção, já que a utilização de pastilhas se mostrou muito concentrada, aumentando significativamente os valores e ultrapassando os valores máximos permitidos pela legislação vigente.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais.** ABNT. Rio de Janeiro, p. 13. 1989.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626 – Instalações Hidráulicas de água Fria**. ABNT. Rio de Janeiro, p. 41. 1998.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 15527 - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. ABNT. Rio de Janeiro, p. 12. 2007.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conservação e reuso da água em edificações**. MMA/ANA/SINDUSCON/COMASP/FIESP/SESI/SENAI/IRS. São Paulo, p. 152. 2005.

BRAGA, B. E. A. (2002). **Introdução à Engenharia Ambiental**. Prentice Hall, São Paulo, 305 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. (2017) **Portaria de Consolidação Nº5 de 28 de setembro de 2017 – DOU Nº190 de 03 de outubro de 2017 - Anexo XX**,. Presidência da República Federativa do Brasil, Brasília.

COSTA, R. H. P. G.; AL, E. (2010). **Reúso da Água: conceitos, teorias e práticas**. Blucher, São Paulo, 408 p.

DI BERNARDO, LUIZ; DANTAS, ANGELA DI BERNARDO. (2005). **Métodos e técnicas de tratamento de água.** 2ªed. Editora RiMa, São Carlos, 792p.

DIAS, A. V. F. (2004). **Complexidade, desenvolvimento sustentável, comunicação - o Programa Um Milhão de Cisterna em comunidades do Ceará**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE, p. 200.

HELLER, LÉO; PÁDUA, VALTER LÚCIO. (2010). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2ª ed. Vol. 1. Editora UFMG, Belo Horizonte, 418 p.

PÁDUA, VALTER LÚCIO; HELLER, LÉO. (2010). **Abastecimento de água para consumo humano.** 2ª ed. Vol. 2. Editora UFMG, Belo Horizonte, 454 p.

SILVA, C. V. D.; HELLER, L.; CARNEIRO, M. (2012). **Cisternas para armazenamento de água de chuva e efeito na diarreia infantil: um estudo na área rural do semiárido de Minas Gerais**, Rio de Janeiro, v. 17, p. 393-400, dezembro 2012. Disponivel em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413- 41522012000400006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 novembro 2017.

TOMAZ, P. (2003) **Aproveitamento de Água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis.** 2ª. ed. Navegar, São Paulo, 180 p.

CAPÍTULO 16

ÍNDICES DE PERDAS DE DISTRIBUIÇÃO E FATURAMENTO DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE LAVRAS, MINAS GERAIS

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 16/11/2020

Ivani Pose Martins
Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG
Formiga – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/0131292168066922
https://orcid.org/0000-0001-7925-6997

Roberta Hilsdorf Piccoli
Universidade Federal de Lavras – UFLA
http://lattes.cnpq.br/8312936087083170
https://orcid.org/0000-0003-2334-9400

Michael Silveira Thebaldi
Universidade Federal de Lavras – UFLA
http://lattes.cnpq.br/5528312476620030
https://orcid.org/0000-0002-4579-6714

RESUMO: Atualmente, o principal desafio para os gestores das áreas urbanas do Brasil é a garantia do abastecimento e fornecimento de água tratada para a população. Embora o país possua as maiores reservas de água doce, grande parte está concentrada na região da bacia Amazônica onde há baixa densidade populacional. Nas áreas mais densamente povoadas do país, convive-se com a falta do produto e com rodízios e políticas de racionamento. Embora as concessões de serviço de saneamento e abastecimento de água à população pertençam aos municípios, na maior parte do país eles são operados pelas empresas estatais, que exercem monopólio sobre todas as fases de produção, tratamento e distribuição. As empresas estaduais, entretanto, enfrentam sérias dificuldades para investir em expansão e melhorias. Nesta situação convive-se com perdas que ocorrem durante os vários processos que compõem a produção, a reservação, a distribuição e a comercialização da água. Neste contexto, este trabalho objetivou obter o índice de perdas de água tratada e água faturada no município de Lavras, MG. Para tal, utilizaram-se dados dos volumes de água potável, produzidos e consumidos, obtidos da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), correspondentes ao período de 2001 a 2003, obtendo-se o índice médio de 18,52% para perdas da distribuição e 5,66% para perdas de faturamento.
PALAVRAS-CHAVE: índice de perdas, perdas em sistema de abastecimento público de água, saneamento básico.

LOSS INDEXES OF DISTRIBUTION AND WATER BILLING IN PUBLIC WATER SUPPLY SYSTEM IN LAVRAS CITY - MINAS GERAIS - BRAZIL

ABSTRACT: Nowadays, the main challenge for urban areas managers in Brazil is the guaranty of supply and furnishment of treated water for population. Although the country owns the biggest freshwater reserves, great part is concentred in Amazonic basin region where there is low populational density. In more densely populated areas of the country, we live togheter with the product lack and with turns and rationing policies. Although the service concessions of sanitation and water supply for the population

belongs to the cities, in major part of the country they are operated by state companies, which exercise monopoly over all production, treatment and distribution steps. The state companies, however, face serious difficulties to invest in expansion and improvement. In this situation we deal with losses, which occur during various processes that compose production, reservation, distribution, and water comercialization. In this context, the aim of this paper was to obtain the loss index of treated water and invoiced water in Lavras, Minas Gerais. For that, potable water volumes data, produced and comsumed, obtained at Minas Gerais Sanitation Company (COPASA), from 2001 to 2003, were utilized and the 18,52% medium index was obtained for distribution lossess and 5,66% for invoicing lossess.
KEYWORDS: Loss indexes, lossess in public water supply systems, sanitation.

1 I INTRODUÇÃO

De acordo com Herrera e Leopoldo (1997), todo sistema produtor de água potável é dimensionado para o atendimento de determinada demanda de água. Em situações de equilíbrio entre demanda e capacidade de produção, a não produção dos volumes esperados pode levar a problemas sanitários e, também, à perda de faturamento devido à entrega de menor quantidade do produto.

A perda de água, seja a proveniente da estação de tratamento de água (ETA) ou do desperdício doméstico, significa esbanjar recursos que vão desde gastos individuais até o dispêndio de recursos públicos, tendo em vista os subsídios sociais embutidos nas tarifas de água e esgotos (BREGA FILHO; BOMBONATTO JUNIOR, 1993).

Segundo Sato (2000), o conceito de perdas varia de acordo com cada país e organização. Não existe padrão ou uniformidades nos conceitos. Para Coelho (1983), as perdas no sistema de abastecimento de água referem-se aos volumes perdidos em várias situações, tais como: perdas nas várias etapas que compõem o sistema de abastecimento de água (adução, reservação, tratamento e distribuição), esbanjando na utilização da água pelo usuário, erros de marcação de hidrômetros e qualquer forma não contabilizada pela empresa. Costa (1995) definiu as perdas nos sistemas de abastecimento público como toda água distribuída e não contabilizada e toda água produzida ou distribuída e não medida, ressaltando que o combate às perdas em sistemas de abastecimento, ao longo do tempo, sempre foi tratado como problema de engenharia, sem que houvesse a preocupação com a implantação de métodos gerenciais de diagnóstico, programas de redução e controle de perdas. Salienta, ainda, que as perdas de água tratada nos sistemas de abastecimento no Brasil atingem, em média, de 30% a 60% dos volumes produzidos. Segundo Lambert, citado por Gonçalves (1998), as perdas em sistemas de distribuição são a diferença entre o que é medido nas entradas das redes de distribuição e o que é contabilizado junto aos consumidores. Neste caso, as perdas são os somatórios de perdas físicas e não físicas.

De acordo com Miranda et al. (1998), as empresas de abastecimento de água no Brasil comumente operam com índices de perdas que variam entre 30% e 60%, em média, apesar de existirem localidades em que a perda é maior, como no caso do Sistema de

Abastecimento de Água (SAA) da cidade de Juazeiro, no estado da Bahia, onde o índice de perdas, em 1998, atingiu 71%.

Soares de Araújo e Montenegro (19_ _?) citam que as perdas concorrem para a operação deficiente sob o ponto de vista técnico, instigando a descontinuidade no fornecimento de água, comprometendo as finanças da empresa de abastecimento de água, bem como seu conceito junto ao público consumidor. As perdas estão relacionadas a aspectos técnicos - vazamento na rede de distribuição e nos ramais prediais, bem como a aspectos comerciais - ligações clandestinas, submedições de medidores, avarias e desvios fraudulentos de hidrômetros.

Na COPASA, utiliza-se, habitualmente, para controle das perdas de água, o Indicador Percentual de Perda Medida, expresso como: IP% = Volume Produzido - Volume Consumido x 100, volumes em m^3/mês/Volume Produzido. O volume consumido corresponde à soma dos volumes micromedido e básico (volume definido para as economias não hidrometradas). A grande desvantagem deste indicador percentual é a de não permitir a comparação de desempenho quanto a perdas de água entre sistemas/localidades e ou com outros prestadores de serviços. Além disso, não leva em consideração as variações das características entre sistemas (topografia, comprimento das tubulações, números de ligações, padrões dos serviços prestados e da forma como o sistema é operado e mantido) e é profundamente afetado pelo consumo *per capita* (COPASA, 2003).

Pelo fato de todo sistema de produção e distribuição de água estar sujeito a perder água pelo simples fato de existir como tal, o objetivo do presente estudo foi quantificar as perdas no sistema de abastecimento de água potável em Lavras, MG, levando-se em consideração os volumes de água produzidos, consumidos e faturados, no período de 2001 a 2003.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo compreendeu o município de Lavras, MG, localizado nas coordenadas geográficas: 21°14’30’’ de latitude Sul, e de 45º00’10’’ de longitude Oeste, com altitude de 970 m e classificação climática mesotérmica, apresentando verões brandos e chuvosos (Sistema Köppen). A precipitação média anual é de 1.411mm e a temperatura média anual em torno de 19,3ºC (ABRAHÃO et al., 2002).

2.2 Coleta dos dados

Para a elaboração do presente estudo, foram coletados, na Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-Lavras), no período de 2001 a 2003, os volumes diários da água disponibilizada (VD), representando toda água tratada produzida pela ETA e distribuída aos reservatórios do município; os volumes mensais utilizados de água (VU),

representando os consumos medidos e contabilizados pela COPASA, obtidos por meio da leitura dos hidrômetros e os volumes de água faturada (VF): volumes utilizados cobrados.

2.3 Índice de perdas da distribuição e do faturamento no sistema

Os índices de perdas de água no sistema foram calculados, anualmente, no período de 2001 a 2003, de acordo com Silva et al. (1999), utilizando-se as equações apresentadas nas expressões 1 e 2.

EXPRESSÃO 1 Relação do índice de perdas da distribuição ou água não contabilizada.

$$IPD(\%) = \frac{(VD - VU)x100}{VD}$$., em que:

IPD é o índice de perdas da distribuição ou água não contabilizada (ANC)

VD é o volume distribuído

VU é o volume consumido ou utilizado

Esta diferença entre os dois valores representa as perdas de subsistemas de distribuição.

EXPRESSÃO 2 Relação do índice de perdas de faturamento ou de água não faturada

$$IPD(\%) = \frac{(VD - VF)x100}{VD}$$, em que:

IPF é o índice de perdas de faturamento ou água não faturada

VD é o volume distribuído

VF é o volume faturado.

Este indicador é composto de perdas físicas e não físicas, alem daquelas atribuídas a desvios de medição, incorporando volumes utilizados não cobrados, como o volume especial e o volume operacional.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Volume de água disponibilizada, utilizada e faturada

As Tabelas 1, 2 e 3 mostram, respectivamente, os volumes disponibilizados (VD) de água nos reservatórios e os volumes faturados anualmente, no período de 2001 a 2003, em Lavras, MG.

Os volumes de água disponibilizados (Tabela 1) e os volumes de água faturados (Tabela 3) apresentaram, do ano de 2001 para 2002, crescimento médio anual de 6,28% e 2,92%, respectivamente. Apesar de não haver dados relativos ao índice de crescimento populacional relativo a este período, este acréscimo, possivelmente, reflete o crescimento da população e, por conseguinte, os acréscimos nas quantidades demandadas do produto.

Com relação aos volumes de água utilizados anualmente pela população de Lavras (Tabela 2), observou-se queda de 0,12%. De acordo com Sato (2000), somente parte das ligações dos consumidores é medida. Além disso, para Oliveira e Loureiro (1998), a água de fonte alternativa, como os poços rasos e profundos, vem sendo considerada a opção mais viável aos usuários e tem apresentado uso crescente nos últimos anos. Em geral, as águas subterrâneas são potáveis e dispensam tratamento prévio, pois os processos de filtração e depuração do subsolo promovem a purificação da água durante a sua percolação no meio, tornando-se uma fonte potencial de água de boa qualidade e baixo custo, podendo sua exploração ser realizada em áreas rurais e urbanas.

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ANO							m^3						
2001	526.136	485.921	253.191	504.764	493.931	477.800	475.960	497.370	476.590	481.702	473.342	482.983	469.141
2002	512.613	469.300	552.285	545.374	566.038	530.645	401.198	326.103	324.924	645.111	555.140	554.778	498.626
2003	521.209	482.572	545.245	522.728	518.388	490.851	515.907	546.274	539.551	541.645	513.815	529.728	498.626
MÉDIA	519.986	479.264	450.240	524.289	526.119	499.765	464.355	456.582	447.022	556.153	514.099	522.496	496.698

Tabela 1 Volumes disponibilizados de água (VD), mensal e anualmente em Lavras, MG, no período de 2001 a 2003.

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ANO							m^3						
2001	441.715	428.534	452.843	435.559	419.062	376.880	373.801	391.408	373.269	384.146	386.958	394.929	404.925
2002	371.058	391.173	381.457	413.096	429.368	392.934	380.626	409.096	409.046	427.868	421.516	425.863	404.425
2003	398.192	358.646	423.454	369.022	400.050	367.148	382.118	379.429	390.271	414.454	410.051	390.330	404.425
MÉDIA	403.655	392.784	419.251	405.892	416.160	378.987	378.848	393.311	390.862	408.823	406.175	403.707	399.871

Tabela 2 Volumes utilizados de água (VU) anualmente, no período de 2001 a 2003, em Lavras, MG.

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
ANO							m^3						
2001	466.875	442.496	476.111	469.044	458.735	420.455	420.244	442.235	427.679	432.397	443.954	448.086	445.693
2002	435.403	443.167	439.956	467.784	477.016	446.223	440.083	465.085	466.022	473.278	472.811	477.707	458.711
2003	458.991	428.842	476.667	435.210	458.514	430.755	442.927	445.721	449.600	471.527	468.112	451.893	458.711
MÉDIA	453.756	438.168	464.245	457.346	464.755	432.478	434.418	451.014	447.767	459.067	461.626	459.229	451.989

Tabela 3 Volumes faturados de água (VF) anualmente, no período de 2001 a 2003, em Lavras, MG.

3.2 Perdas no sistema

Os volumes anuais das perdas de distribuição e seus respectivos índices estão apresentados na Tabela 4 e Figura 1.

Volumes totais de água				
Ano	Disponibilidade	Consumida	Perdida	Consumida
	m^3		%	
2001	469.141	404.925	13,69	86,31
2002	498.626	404.425	18,89	81,11
2003	496.698	404.425	18,58	81,42
MÉDIA	488.155	404.592	17,05	82,95

Tabela 4 Volumes totais anuais de água disponibilizada, consumo, perdas e percentuais de perdas e consumo, em Lavras, MG, no período de 2001 a 2003.
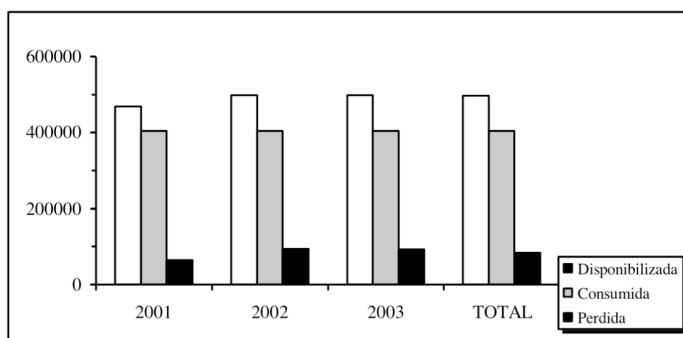
Figura 1 Volumes anuais de água disponibilizada, consumida e perdida, em Lavras, MG, no período de 2001-2003.

No período de 2001 a 2003, foi verificado índice médio de perdas de distribuição de 17,05%, considerado relativamente baixo. Como citado por Costa (1995), as empresas de abastecimento de água no Brasil comumente operam com índices de perdas que variam entre 30% e 60%, em média, apesar de existirem localidades em que a perda é maior (MIRANDA et al., 1998).

Os índices encontrados para a perda de água durante a distribuição não estão de acordo com os índices encontrados em sistemas de grande e médio porte, como é o caso da região metropolitana de São Paulo que, em 1992, atingiu 40% (AJZEMBERG; AIROLDI, 1995); de Juazeiro (Bahia) onde foram registrados, em 1998 índices de 71% (Miranda et al, 1998) e de Botucatu, estado de São Paulo, em 1990, onde o índice de perdas correspondeu a 41,62% do volume total da água tratada produzida (ATP), atingindo, posteriormente, 36,59% do volume total da água tratada produzida (HERRERA; LEOPOLDO, 1997).

Em 2001, o índice de perdas correspondeu a 13,69% do volume total da água tratada produzida (ATP). Em 2002, observou-se um acréscimo, tendo o índice atingido sido de 18,89%. No ano de 2003, com a introdução do Programa de Redução de Perdas de Água no Sistema de Distribuição, desenvolvido pela COPASA, obteve-se novo decréscimo, observando índices de 18,58%. Considerando-se a expansão da rede e o crescimento do volume de água disponibilizada, verificou-se que a concessionária tem buscado formas de controle para atenuar os volumes perdidos.

Os volumes anuais das perdas de faturamento e seus respectivos índices são apresentados nas Tabelas 5 e Figura 2.

Volumes totais de água				
Ano	Disponibilizada	Faturada	Não faturada	Faturada
	m³		%	
2001	469.141	445.693	4,50	95,50
2002	498.626	458.711	8,00	92,00
2003	496.698	458.711	7,65	92,35
MÉDIA	488.155	454.372	6,72	93,28

Tabela 5 Volumes totais anuais de água disponibilizada, consumo, perdas e percentuais de perdas e consumo, em Lavras, MG, no período de 2001 a 2003
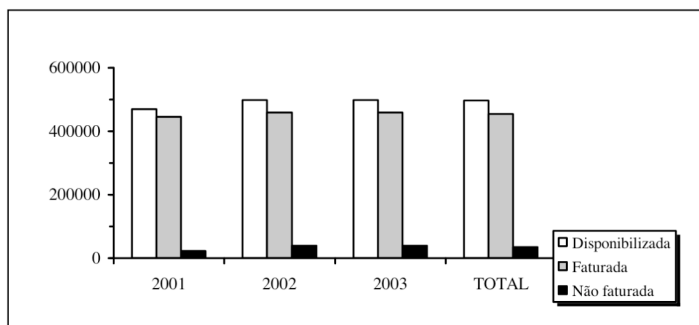
Figura 2 Volumes anuais de água disponibilizada, faturada e não faturada, em Lavras, MG, no período de 2001-2003.

As perdas relacionadas ao volume de água faturada foram relativamente baixas, apresentando índices de 4,50%, 8,00% e 7,65%, nos anos de 2001, 2002 e 2003, respectivamente, apesar de terem apresentado um aumento, de 2001 para 2002, de 3,5%.

É importante lembrar que a água é um produto natural industrializado, de custo significativamente alto, considerando-se que, na sua produção, são utilizados produtos químicos, mão-de-obra e energia elétrica, havendo gastos com manutenção do sistema e muitos outros, os quais são agregados ao preço final do produto e repassados à sociedade.

As empresas que gerenciam o abastecimento público de água devem estar conscientes do quanto se perde e devem implantar um estado de controle rígido em seus sistemas, com vistas a minimizar estas perdas.

Ao avaliar as perdas num sistema é necessário avaliar também o seu estado físico, em termos de concepção e qualificação. Nesse sentido, o desempenho operacional e as instalações da COPASA em Lavras, MG, são qualificadas como excelentes, tanto que os índices de perdas de faturamento são considerados ínfimos quando comparados com os de outros sistemas de médio porte.

As perdas de distribuição encontradas nesta pesquisa podem estar relacionadas tanto a aspectos técnicos (vazamento na rede de distribuição e nos ramais prediais), bem como a aspectos comerciais (ligações clandestinas, submedições de medidores, avarias e desvios fraudulentos de hidrômetros) e a utilização das fontes alternativas. Este trabalho não teve o objetivo de identificar e qualificar perdas no Sistema de Abastecimento de Água da (COPASA-Lavras), mas sim o de apresentar que, apesar das perdas existirem, os índices são baixos. É importante ressaltar que a implantação do Programa de Redução de Perdas de Água no Sistema de Distribuição, implantado pela COPASA em 2003, demonstrou redução de 0,31% e 0,35% para os índices de perdas de água distribuída e faturada.

4 | CONCLUSÃO

Levando-se em consideração a produção e o consumo de água tratada do município de Lavras, no período de 2001-2003, obteve-se o índice médio de perdas distribuição de 17,02% e de faturamento de 6,72%.

No ano de 2003, obteve-se o índice de perdas de distribuição de 18,58% e de faturamento de 7,65% do volume total tratado.

Observou-se uma redução de 0,35% para perdas de faturamento e de 0,31% para perdas de distribuição de 2002 para 2003, com a implantação do Programa de Redução de Perdas de Água no Sistema de Distribuição, pela COPASA.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, E.; ALVARENGA, A. A. FRÁGUAS, J. C.; REGINA, M. A.; SILVA, V. J. Potencialidades do município de Lavras-MG para produção extemporânea de uvas ‘niágara rosada’ para mesa. **Ciênc. agrotec**., Lavras, v.26, n.4, p.865-868, jul./ago., 2002.

AJZEMBERG, M.G., AIROLDI, E. Perspectivas do abastecimento de água na RMSP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 18, 1995. Trabalhos publicados... São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1995. (Disquetes)

BREGA FILHO, D., BOMBONATTO JUNIOR., C. Do saneamento básico ao saneamento ambiental. Rev. DAE, v.53, p.4-14, 1993.

COELHO, A. C. Medição de água e controle de perdas. Rio de Janeiro: ABES, 1983. 339 p, 21 cm, volume 1, 2a edição. Bibliografia: p 119-132 e 229. ISNB 85-7022-016-2.

COELHO, A. C. Metodologia para estudos de perdas em setor de abastecimento de água. [On line]. Disponível em: <http://www.lrh.ct.ufpb.br/serea/trabalhos/A18_34.pdf>. Capturado em: 23/out. 2003.

COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais). **Programa de redução de perda de água no sistema de distribuição**: aprovadas pelo Conselho de Administração em 16/06/2003. Belo Horizonte, 2003, 60 p.

COSTA, A.J.M. Combate as perdas de água como ação gerencial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 18, 1995. Trabalhos publicados... São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1995. (Disquetes)

GONÇALVES, E. **Metodologias para controle de perdas em sistemas de distribuição de águas** – Estudo de caso da CAESB.Brasília, 1998. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e recursos hídricos) – Departamento de Engenharia Civil, UNB, 1998, 173p.

HERRERA, O. M.; LEOPOLDO, P. R. Perdas de água tratada no sistema de abastecimento público de Botucatu.Energia na agricultura. v.12, n.3, p.19-25, 1997.

MIRANDA, E. C.; ALVES, R. F. F. e ROCHA, W. S. Projeto piloto, Programa nacional de combate ao desperdício de água - PNCDA, Versão preliminar, 33 p, pp 6, 1998.

SATO, M. Y. Co**ntrole de perdas de água no sistema público de distribuição de água**. São Paulo, 2000. Dissertação (Mestrado em engenharia hidráulica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, 2000, 246p.

SILVA, R. T.; CONEJO, J. G. L.; ALVES, R. F. F.; MIRANDA, E. C. Indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água. 2 ed. Brasília: SEPURB, 1999. 70p.

SOARES DE ARAÚJO, S. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Avaliação de perdas em setor de abastecimento de água em Cruz de Rebouças, município de Igarassu, estado de Pernambuco. [On line]. Disponível em: http://www.lrh.ct.ufpb.br/serea/trabalhos/A07_26.pdf. Capturado em: 23/out. 2003.

CAPÍTULO 17

A IMPLEMENTAÇÃO DE ECONOMIAS EM REDE COMO FORMA DE GERAR SUSTENTABILIDADE E IMPACTO SOCIAL

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 03/12/2020

Elaine Garrido Vazquez
Doutorado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Gislayne Oliveira dos Santos
Graduando em Administração de Empresas, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Leonardo Luiz Lima Navarro
Doutorado em Engenharia de Produção, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro; Graduação em Engenharia Eletrotécnica, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Luiz Antonio Mendes Coelho Barboza de Lima
Graduando em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Renato Flórido Cameira
Doutorado em Engenharia de Produção, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro; Graduação em Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Sofia Sthel Silva
Graduando em Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Thamy Dias Lucas
Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Vinícius Carvalho Cardoso
Doutorado em Engenharia de Produção, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro; Graduação em Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Yan Leite dos Santos
Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

RESUMO: Este artigo, tem como objetivo apresentar o projeto Alinhar-te, um futuro negócio social, desenvolvido pelo time Enactus UFRJ no Sodalício da Sacra Família, na Tijuca. Envolvendo os conceitos de desenvolvimento socioambiental e crescimento econômico, destaca-se uma maneira de reutilizar materiais que podem ser transformados em produtos, de forma preocupada com a economia, mas ligada a sustentabilidade na indústria têxtil. Além disso, o artigo fornece uma abordagem detalhada sobre os desafios e oportunidades de estruturar um negócio social, com o objetivo do empoderamento feminino, a independência financeira e a compreensão do sentido de desenvolvimento socioambiental.
PALAVRAS-CHAVE: Empreendedorismo Sustentável, Artesanato, Empoderamento Feminino, Economia Colaborativa.

ABSTRACT: This article aims to present the project Alinhar-te, a future social business, developed by the Team Enactus UFRJ, in sodalício da Sacra Família, in Tijuca. Involving the concepts of socio-environmental development and economic growth, it is important to highlight a

way to reuse materials that can be transformed into products, in a way that is concerned with the economy, but linked to sustainability in the textile industry. In addition, the article provides a detailed approach to the challenges and opportunities of structuring a social business, with the objective of female empowerment, financial independence and understanding of the sense of socio-environmental development.
KEYWORDS: Sustainable Entrepreneurship, Crafts, Female Empowerment, Collaborative Economy.

1 I INTRODUÇÃO

Em uma instituição filantrópica no bairro da Tijuca, no Rio de Janeiro, atua o projeto Alinhar-te, criado em 2016 pela Enactus UFRJ. Lar para mulheres com deficiência visual, o Sodalício da Sacra Família também presta atendimento ambulatorial a crianças com deficiências em geral. Assim, o projeto consiste em tentar otimizar o tempo de espera de mães e avós que acompanham seus filhos e netos em consultas na instituição, trabalho feito a partir de um curso de corte, costura e empreendedorismo. E, com o propósito de utilizar, como matéria-prima, materiais doados e retalhos de tecido que seriam descartados, o projeto visa se inserir no mercado de negócios sociais, por ser, essa alternativa, uma solução para um grande problema causado ao meio ambiente pelo descarte indevido de resíduos por parte da indústria têxtil.

Empreendedorismo e causa social. Esses dois termos resumem a base dos negócios sociais. Conceito esse que surgiu nos anos 1970 e foi criado pelo economista e ganhador do Nobel da Paz em 2006, Muhammad Yunus. Além de visar o lucro, como qualquer outra empresa, esse modelo de negócio coloca em destaque a preocupação de gerar benefícios sociais e ambientais, além de buscar ressignificar pessoas, lugares e serviços.

> “Estamos seguros de que, num país em desenvolvimento como o Brasil, oportunidades imensas a novos empreendimentos voltados para as pessoas na base da pirâmide social estão aguardando serem buscadas, testadas e viabilizadas. No caso dos Negócios Sociais ainda outros componentes precisam ser planejados: a inclusão das pessoas de baixa renda nos processos de produção, prestação de serviços e distribuição/comercialização, propiciando renda do trabalho, com segurança social; além de treinamento, capacitação, processo educativo, vivência da cidadania, para além do seu papel de consumidor.” - Ana Lucia Jansen de Mello de Santanna e Leandro Marins de Souza (Empreendedorismo com Foco em Negócios Sociais)

Um ponto muito importante na criação de negócios sociais é o impacto econômico que este irá causar no seu local de atuação. Além de trazer benefícios para a população residente com o desenvolvimento da proposta de solução para um problema, esse negócio trará visibilidade, o que o torna uma estratégia para a melhoria de condições de vida dessa região. Nesse sentido, esse modelo de negócios abre espaço para a economia colaborativa e trabalho em rede. Em uma pesquisa da PWC, ficou indicado que esse sistema de compartilhamento deverá representar 30% do PIB de serviços nos próximos anos.

Dessa maneira, nota-se a grande tendência do mercado em atender abrangentemente o público e servidores, através do surgimento de novas metodologias de negócios e preocupações. O Alinhar-te surge como um fruto dessa nova tendência, buscando promover crescimento através da igualdade socioeconômica e uma ideologia de consumo e produção sustentáveis. Para o projeto, isso se dá por meio do artesanato e reutilização de tecidos, abrindo um leque de opções para mulheres com grandes talentos manuais e que são marginalizadas pela sociedade.

2 | OBJETIVOS

Segundo a pesquisa "Trabalho de Mulher: mães, crianças e a crise na Assistência à Infância", realizada pela *think-tank Overseas Development Institute*, as mulheres são responsáveis pela maior parte do cuidado dos filhos e dos serviços domésticos, abdicando dos cuidados consigo mesmas. E isso fica mais intenso quando se trata das classes mais baixas da sociedade. Tal realidade está presente no Sodalício, pois as mães e avós que levam as crianças para o atendimento na Instituição costumavam aguardar, com tempo ocioso, a finalização da sessão. E, assim, elas iam dedicando a maior parte de seu tempo às necessidades de seus filhos e netos, colocando a si próprias em segundo plano. Isso, de acordo com a mesma pesquisa, gera outra consequência para as mulheres: a falta de desenvolvimento em outros aspectos sociais, afetando negativamente em suas qualidade de vida e bem estar. Esse cenário foi o ponto de início para a criação do projeto Alinhar-te, na tentativa de mostrar a elas uma outra perspectiva de suas vidas e tornar possível que cuidem de si mesmas, sem ter que abdicar dos cuidados das crianças.

Hoje, através de um curso de corte, costura e empreendedorismo, apresentado pelo projeto, quatro mulheres do Sodalício têm a oportunidade de se desenvolverem em aspectos que vão além da maternidade ou vida doméstica. Agora, enquanto seus filhos recebem os cuidados necessários na Instituição, elas possuem tempo para aprender coisas novas ou aprimorá-las, conhecendo o artesanato por meio da costura.. Um exemplo, é o encorajamento na confecção de produtos como descanso de panelas, *necessaires* e capas de canudo. Tais atividades são feitas a partir de um cronograma pensado em conjunto entre as participantes, os membros da Enactus e professores voluntários, os quais são especialistas nos assuntos do curso. Porém, muitas vezes, são elas que trazem ideias de produtos a serem confeccionados, tais como bolsas ou enfeites para decoração de datas comemorativas, surpreendendo com suas criatividades.

Além do conhecimento técnico, elas também têm acesso a um espaço para falarem sobre si, suas experiências de vida, suas dores e seus sonhos através de dinâmicas apresentadas pelos membros Enactus e pelos professores. É possível perceber que, por meio dessas dinâmicas, as mulheres têm dedicado mais tempo a si próprias, a refletirem sobre suas vidas e desenvolvendo uma melhor percepção em relação às suas autoestimas.

E assim, elas vão se envolvendo cada vez mais com o projeto, passando mais tempo na sala de costura, buscando novos produtos a confeccionar e costurando em suas próprias casas.

E, ao mesmo tempo em que elas passam a se conhecer melhor, o projeto também lhes dá a oportunidade de empreender, através dos produtos confeccionados no curso. Produtos esses que são feitos a partir de tecidos que seriam descartados pela indústria têxtil brasileira que, segundo o Sebrae, produz 170 mil toneladas de resíduos por ano. Dessa forma, elas dão um novo significado a materiais que seriam jogados fora, fazendo com eles retornem ao mercado e diminuindo, portanto, os danos causados ao meio ambiente. E é por meio de doações de tecidos que seriam jogados no lixo que as mulheres do Sodalício constroem seu empreendimento.

Para alavancar o projeto e fazer com que elas consigam sustentá-lo por si próprias, as participantes terão acesso a aulas de empreendedorismo apresentadas por parcerias feitas exclusivamente para o Alinhar-te, com o objetivo de passar os ensinamentos necessários para gerenciar o negócio criado por elas. Dessa forma, é visto um grande potencial em transformar o projeto em uma Rede de Negócios, capaz de levar conscientização ambiental, renda e empoderamento para suas participantes.

3 | METODOLOGIA

No Sodalício da Sacra-Família, são impactadas não só quatro mulheres - um número que pode parecer pequeno aos olhos de quem vê superficialmente - mas suas famílias, seus amigos e quem quer que interaja com essa nova motivação que elas têm a partir do projeto. São apresentadas a elas aulas de costura, desde a criação de peças de artesanato até confecção e conserto de roupas. Isso acontece em uma sala reservada na instituição para o curso e equipada com máquinas, materiais de corte e costura e tecidos doados. Além disso, o espaço também é utilizado para realização de pesquisas com as participantes, através de conversas, os membros mapeiam a realidade delas e seus interesses, com o intuito de tratar de temas que possam aumentar o seu bem estar e a sua autoestima. Dessa forma, é notório o aumento na motivação das mulheres e o interesse em empreender, fazendo com que, em conjunto com elas, os membros Enactus busquem um modelo de negócios que melhor se adapte a realidade das participantes. Assim, surgiu a Rede Alinhar-te, replicando o projeto em outras instituições, com o intuito de beneficiar diretamente mais pessoas com essa oportunidade.

A partir dessa iniciativa de replicar o projeto, busca-se impactar pessoas de perfis diferentes das mães e avós do Sodalício, mas com a mesma necessidade de tempo para si e uma fonte de renda. Dada a situação específica das mulheres do Sodalício, tendo de dedicar muito tempo para suas crianças em casa, não era possível alongar muito as aulas ou promover encontros fora delas (como piqueniques). Por isso, foi realizado um *brainstorm*

e ficou decidido que, nas próximas instituições, seria melhor congregar participantes com mais tempo ocioso - sem nunca, é claro, abandonar o projeto com as mulheres do Sodalício.

Assim, foram mapeadas possíveis novas instituições e pensou-se na possibilidade de trabalhar num abrigo para imigrantes, por exemplo. A partir do momento em que as aulas de artesanato e empreendedorismo forem postas em prática, há a pretensão de unir forças entre as/os participantes de todas as instituições (que tiverem interesse em tal) e formar uma rede de negócios, confeccionando produtos com materiais reutilizados e divulgando seu trabalho através de redes sociais que eles aprenderão a administrar por meio do curso de empreendedorismo. Como a maior parte do material é doado, isto é, reutilizado, sustenta-se o pilar de sustentabilidade, que certamente deve ser divulgado com os produtos nas citadas redes sociais, uma vez que os consumidores se preocupam cada vez mais com esse aspecto.

Além disso, a ideia de constituir uma rede parte do princípio de que uma das características mais interessantes a respeito de um negócio social é ser replicável. Rogério Oliveira, da Yunus Brasil, comenta que "*em Negócios Sociais, um fator importante é a replicabilidade da ideia. Você quer mais gente concorrendo para o mesmo fim. Concorrendo no sentido de duas iniciativas com a mesma missão, e não de competição*". Essa forma de gerar negócio é altamente inspirada na economia colaborativa, isto é, a iniciativa empreendedora que compartilha recursos e serviços. A sustentabilidade é imprescindível nesse processo, uma vez que o compartilhamento de recursos corrobora com a reutilização de produtos.

Esse tipo de economia cresce muito na atualidade, tendo receita anual global de US$ 15 bilhões com projeção de US$ 335 bilhões até 2025, de acordo com o Sebrae. Com o intuito de trazer isso para a realidade dessas pessoas, pretende-se aproximá-las através de grupos de *whatsapp*, encontros e dinâmicas. Com a rede, surgirão novos participantes com perfis diversos aos das mulheres do Sodalício, como mencionado, mas em situações de vulnerabilidade social similares e com a mesma vontade de mudar e empreender. Assim, vidas diferentes se entrelaçam através da costura.

4 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar da Rede Alinhar-te não estar em atuação atualmente, já podemos observar em outros projetos e no Sodalício os impactos que o curso de corte, costura e empreendedorismo faz na vida das participantes e a diferença causada ao meio ambiente.

Segundo estudos, a indústria da moda é considerada a 7ª maior economia do mundo. No entanto, tanto lucro infelizmente vem acompanhado de um grande desperdício. Em um relatório de 2017, elaborado pela *Ellen MacArthur Foundation* chamado "*A new textiles economy: Redesigning fashion's future*" foi verificado que 1 caminhão de lixo têxtil é desperdiçado por segundo no mundo, geralmente é descartado cerca de 20% a 30% de

tecido no processo de corte de uma peça. Nesse contexto, projetos como o Alinhar-te e o Canoas de Pano da Enactus UFRJ trazem um grande impacto ambiental à indústria da moda, pois os tecidos e retalhos usados na confecção de roupas, bolsas e acessórios são reciclados a partir de doações. Este desperdício é reinventado e se transforma nos produtos sustentáveis que trazem até às participantes o intuito da reutilização e do sustentável, além de gerar renda de um mercado que está cada vez mais sendo visado por marcas como Reserva e Osklen que investem nele também.

Além de uma fonte de renda extra, aprender costura e empreendedorismo traz outros benefícios a vida das participantes. Segundo relatos de psiquiatras, as atividades manuais têm ação terapêutica a partir do momento em que permite que a pessoa ative sua criatividade, imaginação e atenção, além de ajudar a restabelecer a autoestima porque, quando elas vêem as peças prontas, voltam a se sentir capazes e valiosas. Isso impacta diretamente na percepção que elas têm delas próprias. Saber costurar e ter conhecimento de como gerir um empreendedorismo são pontos trazidos por projetos como o Projeto Mulecas da Enactus UFCA, levando empoderamento e a influência da costura à mulheres numa realidade tão complicada.

Esses resultados trazem uma boa perspectiva do que se pode esperar da Rede Alinhar-te, seguindo esses pilares e aprendendo com tantos projetos que fazem da costura e do empreendedorismo social um meio de ajudar o mundo.

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deste modo, o artigo se propôs, como objetivo principal, elaborar a visão de um negócio social como proposta inovadora e promissora para o futuro da sociedade. Tendo em vista que o ser humano está se preocupando mais com o descarte do que consome em seu cotidiano. Entretanto, há a citação dos projetos sociais Alinhar-te, Canoas de Pano e outros da Enactus, que reforçam que esta visão de negócio pode resolver outras questões, como por exemplo, elevar a autoestima feminina, existindo um ponto de ligação entre o social, ambiental e econômico.

Portanto, é importante ter em mente que o negócio social representa um grande crescimento econômico que atinge as relações sociais, impulsionando grupos componentes da sociedade a terem outra perspectiva de vida e ficarem atentos ao que estão consumindo, além de atingir positivamente a economia e o bem-estar das pessoas que se propõem a exercer e comprar essa ideia, pois acabam se preocupando com o valor daquilo que é gerado.

REFERÊNCIAS

EPOCA. Empreendedorismo de impacto social cresce no Brasil. 2018. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Mercado/noticia/2018/07/empreendedorismo-de-impacto-social-cresce-no-brasil.html> Acesso em 04 de jun. de 2020.

EXAME. Crescimento dos negócios sociais indica mudança de mentalidade. 2017. Disponível em:<https://exame.com/blog/instituto-millenium/crescimento-dos-negocios-sociais-indica-mudanca-de-mentalidade/> Acesso em 04 de jun. de 2020.

EL PAÍS. As mulheres cuidam dos filhos, trabalham mais e ganham menos. 2016. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2016/03/06/internacional/1457271834_439651.html> Acesso em 5 de jun. de 2020.

SEBRAE. Economia colaborativa: a nova era da cooperação. 2019. Disponível em: <https://sebraers.com.br/momento-da-empresa/economia-colaborativa-a-nova-era-da-cooperacao/> Acesso em 06 de jun. de 2020.

CONEXÃO PLANETA. Indústria da moda desperdiça um caminhão de tecidos por segundo. 2017. Disponível em: <https://conexaoplaneta.com.br/blog/industria-da-moda-desperdica- um-caminhao- de-tecidos-por-segundo/> Acesso em 6 de jun. de 2020.

ETC COSTURA E VARIEDADES. Costurar: como e porque esta pode ser uma boa terapia para você. 2019. Disponível em: <https://www.boqnews.com/etc/costurar-como- e-porque-esta-pode-ser-uma-terapia/> Acesso em 7 de jun. 2020.

ECYCLE. Indústria da moda desperdiça um caminhão de lixo têxtil por segundo. 2017. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/9-no-mundo/6169- industria-da-moda-desperdicio-emissoes-co2-lixo.html> Acesso 8 de jun. de 2020.

CAPÍTULO 18

ECONOMIA CIRCULAR PARA REPENSAR AS EMBALAGENS: UMA BREVE REVISÃO

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 12/01/2021

Yuki Tako
Instituto de Biociências, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro/RJ, Brasil

Julia Rabelo Vaz Matheus
Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro/RJ, Brasil

Ana Elizabeth Cavalcante Fai
Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro/RJ, Brasil. Departamento de Nutrição Básica e Experimental, Instituto de Nutrição, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)/Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

RESUMO: A embalagem é o componente que conecta o consumidor ao produto, desempenhando ainda um papel na conservação e proteção, além de facilitar a estocagem, o transporte e o manuseio. As embalagens podem ser compostas por diferentes materiais e isso influencia diretamente no tempo de degradação das mesmas. As embalagens biodegradáveis ou compostáveis, coerentes com o ciclo de vida útil de um produto, constituem-se como uma das tendências sustentáveis neste segmento. Neste sentido, os selos verdes indicam rapidamente ao consumidor que aquele material de embalagem é ecologicamente correto. Estes selos constituem-se como um instrumento econômico e conscientizador, sendo de suma importância critérios rígidos e avaliações contínuas dos mesmos por órgãos reguladores reconhecidos. Estas ideias estão alinhadas ao conceito de economia circular, que traz como proposta mudança na forma de design e consumo dos produtos, no processo de exploração de matérias primas e resíduos. Dito de outra forma, a economia circular preconiza que se minimize o consumo de recursos naturais, diminua o emprego de energia, mitigue a geração de resíduos e que se ressalte a criação de valores social e ambiental. Este estudo tem como objetivo contribuir com uma breve reflexão quanto ao uso das embalagens no contexto da economia circular, abordando questões como a degradação dos materiais usuais e o surgimento de materiais biodegradáveis e compostáveis, os desafios da rotulagem ambiental e a importância dos selos verdes.

PALAVRAS-CHAVE: Polímeros biodegradáveis, Bioplásticos, Sustentabilidade, Ciclo de vida de embalagens, Bioeconomia, Mercado brasileiro.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os problemas relacionados à poluição e à superprodução têm se intensificado, principalmente com a inserção dos plásticos. O Brasil atual teve grande influência do modelo desenvolvimentista, sobretudo a respeito das estruturas políticas, sociais e econômicas (SALOMÃO, 2017).

Salomão (2017) aponta que este modelo, que visa o crescimento industrial e a produção massiva, sem se preocupar, necessariamente, com os prejuízos causados pela extração e/ou produção excessiva, foi politicamente desconstruído a partir de 1980, mas voltou a pautar o debate econômico atual.

A quantidade de resíduos sólidos é cada vez maior e o modelo consumista incentiva a produção sem a preocupação com os resíduos gerados. O aumento populacional contribuiu para o aumento do consumo e, aliado a isso, o uso de descartáveis aumentou consideravelmente o volume diário de resíduos (GUINZELLI e NOWACK, 2010).

> “Estamos todos envolvidos em atividades que inexoravelmente ameaçam o nicho ecológico que abriga a vida humana. O momentum contínuo de nossas ações passadas se desdobrará ao longo de décadas ou séculos; substâncias químicas tóxicas que permeiam nossa água e nosso solo e o acúmulo de gases de efeito estufa cobrarão seu preço nos próximos anos (Daniel Goleman 2009)”.

O cenário atual se encontra em mudança progressiva quanto à economia e à preocupação socioambiental. Gradualmente, diversas empresas estão se mostrando mais preocupadas e sensíveis a estas causas, seja na busca por materiais biodegradáveis ou na implementação de políticas que visam a sustentabilidade alinhada ao ciclo de vida útil de um produto (Consenza *et al*, 2020). Para Goleman (2009), o consumidor também tem um papel fundamental nesta mudança de cenário e é importante que este conheça sobre o conjunto de impactos ecológicos ocultos durante o ciclo de vida de um produto. Neste sentido, a padronização na rotulagem ambiental reveste-se de importância como um instrumento de informação acessível e confiável em uma embalagem.

Neste ensejo, o conceito de Economia Circular ganhou força na última década. De forma simples, pode-se dizer que a economia circular é um conceito recente que visa substituir o modelo atual, da economia linear, ameaçado pela disponibilidade de recursos naturais disponíveis, porque se baseia em transformar, produzir, utilizar e rapidamente descartar. A economia circular trata de aderir um modelo mais circular no qual o material residual dos processos produtivos seja incorporado ao processo de produção de novos produtos ou matéria prima (NOGUEIRA, FERREIRA e FAI, 2020; LEITÃO, 2015).

Este estudo tem como objetivo contribuir com uma breve reflexão quanto ao uso das embalagens no contexto da economia circular, abordando questões como a degradação dos materiais usuais e o surgimento de polímeros biodegradáveis, os desafios da rotulagem ambiental e os selos verdes.

2 | EMBALAGENS: IMPORTÂNCIA DESTE COMPONENTE

A embalagem é um componente importante do produto, é o elemento de conexão entre o consumidor, o produto e a marca e apresenta um papel fundamental na escolha do consumidor (BAHRAM, K. *et al*. 2014). De acordo com Jorge (2013), a embalagem pode

ter diversas definições, tais como: “sistema coordenado de preparação de produtos para transporte, distribuição, armazenamento e uso final; meio de assegurar o envio de produtos ao consumidor final, em condições ótimas e a baixo custo; função técnico-econômica de diminuir o custo de distribuição e aumentar as vendas; arte, ciência e tecnologia de preparar produtos para transporte e venda.” Sendo assim, entende-se a embalagem como um componente complexo e importante para diversos produtos.

As embalagens têm diferentes funções como proteção, conservação, informação e conveniência ou serviço (Figura 1).

Figura 1: Algumas funções e importância das embalagens em geral.

Algumas das funções e importância das embalagens, de forma geral, podem ser da seguinte forma:

- Proteção

O produto é acondicionado pela embalagem e tem como finalidade permitir o transporte, a distribuição e o manuseio, protegendo contra choques, vibrações durante o percurso (BARÃO, 2011) Além da proteção mecânica, o sistema de embalagem deve proteger o produto contra adulterações ou perdas de integridade, acidentais ou provocadas por meio de sistemas de evidência de abertura como selos, tampas com anel de ruptura, tampas com botão indicador de vácuo, etc. (JORGE, 2011).

- Conservação

Outra função da embalagem é o controle de fatores como umidade, oxigênio e luz, e servir como barreira aos microrganismos presentes na atmosfera, impedindo o seu desenvolvimento no produto. Desta forma, prolonga sua vida util e minimiza perdas por deterioração (JORGE, 2011). A embalagem também pode desempenhar um papel

fundamental durante o processamento consequente conservação de diversos alimentos. Em alguns casos como no processamento térmico, no acondicionamento asséptico e na atmosfera modificada, a embalagem é adaptada e moldada a estas tecnologias e é completamente indispensável para a conservação do produto (BARÃO, 2011).

- Informação

A embalagem apresenta outra função importante, ela é um meio de informação sobre o produto para consumidores e em sua cadeia de distribuição e venda. Para os consumidores, a embalagem contém todas as informações legais de rotulagem, como o nome e do produto, quantidade, data de validade, responsável técnico, entre outros (BARÃO, 2011). No caso dos distribuidores, a embalagem transmite informação para gestão de estoques, instruções de armazenamento e manuseio. Também permite identificar e rastrear o produto (JORGE, 2011).

- Conveniência ou Serviço

Algumas embalagens podem oferecer ao consumidor certa conveniência pela facilidade de manuseio e estocagem, como embalagens de abertura fácil; tampas dosadoras e possibilidade de fecho entre utilizações; possibilidade de aquecer; cozinhar e servir na própria embalagem; utilização em fornos de micro-ondas; ser adequada às diferentes ocasiões de consumo e diferentes quantidades. Essa função de embalagem possui menos aspectos técnicos, é mais referente ao marketing e a comunicação, visto que está relacionada com reter a atenção do consumidor no ato da compra (BARÃO, 2011).

3 | MATERIAIS DE EMBALAGEM: DADOS, REFLEXÕES SOBRE SUA DEGRADAÇÃO E NOVAS ALTERNATIVAS VERDES

De acordo com a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE), o plástico representou 41% do valor total de produção de embalagens produzidas no Brasil em 2019, seguido por embalagens metálicas (19%), papelão ondulado (16%) e outros como papel cartão, vidro e madeira que somam juntos 24%. A preferência pelo plástico se deve às suas propriedades físicas e químicas, como ponto de fusão, maleabilidade, leveza e resistência (SHAH *et a*l, 2008). Vale lembrar, que os plásticos são polímeros sintéticos, de constituição macromolecular, feitos, geralmente, a partir de petroquímicos não renováveis e não degradáveis naturalmente (CHAMAS *et al*, 2020). De acordo com Landim *et al* (2016), o plástico e o alumínio levam mais de 100 anos para se degradar na natureza, enquanto a celulose, um polímero natural e biodegradável, leva cerca de 6 meses. O vidro não possui determinação de degradação na natureza, mas seus impactos são reduzidos por ser um material de fácil reutilização e reciclagem. Embora os resíduos plásticos apresentem grandes riscos ao meio ambiente, em consequência do seu tempo de degradação, os polímeros sintéticos ainda exercem um papel fundamental nas cadeias produtivas e na sociedade - em função do seu custo e aplicação multivariada - trazendo uma reflexão sobre sua produção e, consequentemente a procura de um substituto viável (LANDIM *et al,* 2016).

Neste sentido, a busca por alternativas mais sustentáveis às que são produzidas atualmente é um desafio e uma necessidade no cenário desenvolvimentista e é neste contexto que surgem os materiais biodegradáveis e compostáveis (MEI e MARIANI, 2005). Por definição, material biodegradável e material compostável são diferentes. Segundo a norma brasileira ABNT NBR 15448-1, a embalagem pode ser caracterizada como biodegradável se todos os materiais das embalagens e seus constituintes tiverem no mínimo 90% de carbono orgânico convertido em dióxido de carbono no prazo de 6 meses.

As diretrizes para materiais compostáveis são mais rigorosas, sendo necessário atender às especificações das Normas ASTM D6400 para Plásticos Compostáveis ou ASTM D6868 para Embalagem Compostável. Para tal, devem atender a três critérios: o processo de desintegração, no qual o material se torna indistinguível do composto, deve ser apropriado; deve-se atingir um nível adequado de biodegradação inerente, isto é, se decompor em dióxido de carbono, água e biomassa; e não apresentar nenhuma eco-toxicidade, isto é, não causar nenhum impacto adverso na capacidade dos compostos de suportar o crescimento de plantas.

O produto compostável pode receber o símbolo de certificação do BPI, Instituto de Produtos Biodegradáveis, associação norte-americana, que é atribuído após testes de laboratórios de terceiros para conformidade com as normas ASTM. A norma brasileira NBR 15448-2 da ABNT regulamenta que embalagens não devem ter mais que 10% da massa seca original da embalagem em ensaio com peneira de 2mm, após 12 semanas do processo de compostagem.

De acordo com Goldman (2007) entende-se por degradação o processo de conversão do material em dióxido de carbono e água. O material biodegradável é aquele que, em determinadas condições sofre a quebra pelos microrganismos de maneira mais rápida, ou seja, tem o seu tempo de degradação reduzido. Muitos polímeros são grandes demais para atravessar a membrana dos microrganismos, então são transformados em monômeros para serem absorvidos e biodegradados pelas células microbianas. Em seguida, as cadeias de carbono mais curtas são incorporadas pelos microrganismos, utilizadas como fonte de energia e convertidas em água, biomassa, dióxido de carbono ou metano (dependendo se o processo ocorre em condições aeróbicas ou anaeróbicas). Este passo é a biodegradação (OJEDA, 2008).

Os materiais biodegradáveis são divididos em dois grupos: intrinsecamente biodegradáveis, nos quais a própria composição química permite que haja ação direta de enzimas, como por exemplo, o amido e a celulose; e os que se tornam biodegradáveis após sofrerem ação de um ou mais processos físicos e/ou químicos, como hidrólise, pirólise ou fotólise (OJEDA, 2008). Quando o polímero necessita sofrer hidrólise química para a biodegradação, é chamado de hidro-biodegradável. Dentre estes polímeros, há também os materiais chamados de oxibiodegradáveis, que são aqueles que tem aditivos pró oxidantes. Eles sofrem degradação oxidativa, com ação de radiação ultravioleta ou calor, facilitando

a fragmentação. Esse processo forma grupos oxigenados metabolizáveis mais facilmente por microrganismos (OJEDA, 2008). Os polímeros biodegradáveis podem ser divididos em duas classes: os naturais, que são de ocorrência natural e os que são produzidos através de síntese, os sintéticos (FECHINE, 2013).

No Quadro 1 é possível observar exemplos de polímeros biodegradáveis, sua origem e tipos de aplicação.

Tipo	Classe	Material	Fórmula Molecular	Exemplos de Aplicação	Referência
Naturais	Polissacarídeos	Celulose	(C6H10O5)n	Filmes comestíveis e revestimento em frutas.	TAJEDDIN, (2014)
		Amido	(C6H10O5)n	Embalagem para alimentos	BAHRAM *et al.* (2017)
		Quitina	(C8H13O5N)n	Embalagens de materiais	BARIKANI *et al.* (2014)
		Quitosana	(C6H11O4N)n	Polímero antimicrobiano em embalagens de materiais	VAN DEN *et al.* (2015)
	Polipeptídeos	Ácidos algínicos	(C6H8O6)n	Indústria alimentícia, médica e embalagens	GUO *et al* (2020)
		Colágeno	-	Indústria farmacêutica e médica	CHOWDHUR *et al* (2018)
		Caseína	NH2RCOOH	Embalagem de alimentos	PICCHIO *et al.* (2018)
		Seda	-	Combinado a outros componentes para formar filmes antimicrobianos	TAO *et al.* (2017)
		Gelatina	-	Filmes comestíveis e revestimento de alimentos	RAMOS *et al.* (2016)
	Poliésteres bacterianos	PHA	*	Produtos descartáveis e Embalagem para alimentos	BUGNICOURT *et al* (2014)
		PHB	*	Embalagem para alimentos	BUCCI; TAVARES e SELL (2005)
		PHBV	*	Filmes plásticos	REQUENA; VARGAS e CHIRALT (2017)

Sintéticos/ Petroquímicos	Poliésteres alifáticos	poli(e-caprolactona) (PCL)	(C6H10O2)n	Embalagens de materiais e uso em indústria biomédica	MOHAMED e YUSOH (2015)
		poli(ácido lático) (PLA)	(C3H4O2)n	Embalagens de alimentos e produtos descartáveis	SAMANTARAY *et al.* (2020)
	Poliesteramidas	Poliesteramidas (PEAs)	*	Indústria Biomédica	RODRIGUEZ; FRANCO e PUIGGALI, 2011
	Copolímeros	poli(ácido glicó lico) (PGA)	*	Embalagens de alimentos	SAMANTAR *et al.* 2020
		poli(ácido glicólico-ácido lático) (PGLA)	*	Indústria Biomédica	HE, 2015

(*) a classe de poliesteramidas, copolímeros e poliésteres bacterianos não possuem uma fórmula genérica, porque podem ser formados por diversos monômeros diferentes.

Quadro 1. Polímeros biodegradáveis naturais e sintéticos com potencial de utilização na indústria alimentícia, farmacêutica e biomédica.

3.1 Algumas empresas brasileiras que produzem embalagens biodegradáveis

O avanço científico e o desenvolvimento de aditivos oxidegradantes tem estimulado empresas que buscam por alternativas sustentáveis em substituição aos plásticos convencionais. Na Tabela 1 é possível observar algumas empresas brasileiras que trabalham com produtos biodegradáveis.

Algumas aplicações para os polímeros biodegradáveis incluem materiais para embalagens (sacolas, papéis para embrulho, recipientes para comidas, papeis laminados), não-tecidos descartáveis, produtos higiênicos (fraudas descartáveis, chumaços de algodão), bens consumíveis (acessórios de mesa de fast-food, potes plásticos, aparelhos de barbear descartáveis, entre outros (LANDIM *et al*, 2016) e filmes para recobrimento de frutas e hortaliças (MATHEUS *et al*, 2020; FAI *et al*, 2016). Sejam embalagens com polímeros intrinsecamente biodegradáveis, hidro-biodegráveis, oxibiodegradáveis ou compostáveis, há um aumento na produção e inserção destes produtos no mercado, fruto da pesquisa e inovação nesta área área (FECHINI, 2013).

Tipo de Produto	Nome da empresa	Estado	Materiais **
Embalagem	**Azevedo Biodegradáveis** https://www.azevedobiodegradaveis.com.br/	SP	Plásticos biodegradáveis
	BoxPrint www.boxprint.ind.br	SP*	resina biodegradável EcoBox com alto grau de impermeabilidade, para embalagens acondicionadas em baixas temperaturas ou submetidas à umidade.
	CantaClaro www.cantaclaro.com.br	SP	Plástico com aditivo oxi-biodegradável.
	eeCoo https://www.eecoo.com.br/	GO	A partir de amido de milho
	Embalagens Bandeirantes http://embalagensbandeirantes.com.br/	SP	Celulose
	Oeko https://oeko.com.br/	SC	n/c
	Susten Pack https://sustenpack.com.br/	SP	Celulose
Copos, canudos, talheres ou potes	**Biocycle** http://www.fapesp.br/eventos/2012/07/Biopolymers/ROBERTO.pdf	SP	A partir da cana-de-açucar
	Cepel https://www.cepel.com.br/	SP	Plástico (polipropileno) biodegradável
	Copobras http://www.copobras.com.br/pt/produtos/descartaveis/oxibiodegradavel	SC*	Plástico com aditivo d2w®
	Ecoplaca http://www.ecoplaca.com.br/	SP	Polipropileno (PP) Biodegradável com aditivo d2w®
	Estilo Pack https://www.estilopack.com/	SP	Celulose
	Oka biotecnologia https://www.okabioembalagens.com.br/tecnologia	SP	A partir da mandioca
	Sou bio Brasil https://www.soubiobrasil.com.br/embalagens-biodegradaveis	SP	Celulose, bagaço de cana
	Tudo Biodegradável http://www.tudobiodegradavel.com.br/	SP	Material em conformidade com ANVISA

Filme plástico	**BASF** www.basf.com.br	SP	A partir de amido
	Embalagem Ideal http://www.embalagemideal.com.br/filme-biodegradavel	SP*	n/c
	GDM http://www.gdmplasticos.com.br/	SC*	n/c
	KeepEco https://keepeco.com.br/	SC	Tecido 100% algodão, cera de abelhas, resina vegetal não tóxica e óleo de coco.
	PlastCell https://plastcell.com.br/plastico-biodegradavel/	PR	Plásticos hidrossolúveis (PVA/PVOH)
	PP Filme Plásticos www.ppfilme.com.br	SP	Filme PP oxibiodegradável
	Tawcofilm http://tawcoplast.com.br/	SP	n/c
	TIV Plásticos www.tivplasticos.com.br	SP	Composto Biodegradável Eco-One.
Sacolas plásticas	**2HN** www.2hnembalagens.com.br	SP	A partir de amido
	Abaret https://abaret.com.br/	SP	Polietileno com aditivo
	África Embalagens https://www.africaembalagens.com.br/	SP	n/c
	Baspel Embalagens www.baspel.com.br	SP	n/c
	Giroplastic Sacolas Plásticas http://www.giroplastic.com.br/	SP	Polietileno com aditivo
	IKS Embalagens https://www.iksembalagens.com/	SP	n/c
	IVC Embalagens http://www.ivcembalagens.com.br/	SP	PEAD (Polietileno de Alta Densidade) PEBD (Polietileno de Baixa Densidade) reciclado, PEBD (Polietileno de Baixa Densidade) virgem com aditivos d2w® e P2-Life
	Plascabi www.plascabi.com.br	SP	PEAD e PEBD com aditivo oxibiodegradável
	Renova Embalagem http://www.renovaembalagens.com.br/	MG	n/c
	RioPlastic https://www.rioplastic.net/	SP	n/c
	San Embalagens http://www.sacolassan.com.br/	SP	n/c

Outros	**Collepack** https://www.colepack.com.br/	RJ	Polpa de Celulose Moldada
	Papel Semente https://papelsemente.com.br/	MG/SC	Celulose
	Polpapack http://polpapack.com.br/	SP	Celulose (papel reciclado)
	Recipolpa http://www.recipolpaembalagens.ind.br/;	SP	n/c
	Rotmarck Comércio de Embalagens http://www.rotmarck.com.br/	SP	n/c

*Há representantes em outros Estados.

**Informações coletadas no website das empresas.

n/c: Não consta estas informações no website das empresas.

Tabela 1. Lista de algumas empresas brasileiras que trabalham com embalagens biodegradáveis

Conhecer e compreender a possível aplicação de novos materiais ambientalmente amigáveis, e algumas empresas que já colocam os mesmos no mercado, contribui para ampliar a participação dos mesmos no mercado (FECHINE, 2013). É importante dizer, entretanto, que apesar de sua vantagem quanto à conservação do meio ambiente, estes costumam ter um custo de produção mais elevado e tem aplicações limitadas por conta de suas propriedades físicas e físico-químicas - quando comparadas aos plásticos convencionais - como por exemplo, força de ruptura, flexibilidade, permeabilidade ao vapor de água, entre outros (MARCONATO e FRANCHETTI, 2006). Por isso que, em alguns casos, ao invés de investir em um material descartável biodegradável ou compostável, a empresa opta por um material mais resistente a fim de tornar aquela embalagem reutilizável, alargando o assim denominado ciclo de vida útil da mesma (RIBEIRO *et al*, 2013).

4 I AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA ÚTIL: FERRAMENTA DA ECOLOGIA INDUSTRIAL

Segundo Goleman (2009), a avaliação do ciclo de vida útil (ACV) é um método que permite desmembrar sistematicamente qualquer bem manufaturado em suas partes componentes e os processos industriais subsidiários, medindo com precisão os impactos gerados na natureza desde o início da produção até a eliminação.

A ACV é uma ferramenta indispensável na ecologia Industrial, campo de estudo que avalia a integração dos sistemas industriais nos ecossistemas naturais que os mantêm e os impactos associados. A ACV é essencial para o acompanhamento dos ciclos de produção e para identificar alternativas de interação entre processos (RIBEIRO *et al*, 2013).

A ACV é regida pela Norma ISO 14040, criada pela ABNT e é uma técnica que verifica os impactos ambientais que estão relacionados a todas as etapas do ciclo de vida útil do produto. Essa avaliação contribui para a melhoria dos aspectos ambientais em cada fase do processo, minimizando o uso de itens tóxicos e a geração de resíduos, reduzindo o consumo de energia e água, reduzindo os custos e gerenciamento de outras atividades ambientais relacionadas ao processo industrial.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, denomina-se ciclo de vida do produto, uma série de etapas que vão desde o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final, isto é, inclui todos os processos de produção, o tempo de prateleira, o uso do produto e a sua decomposição na natureza. Por exemplo, embalagens de produtos não perecíveis precisam ser resistentes e ter um o tempo de vida útil longo, mas embalagens descartáveis podem ter um tempo de vida útil mais curto e não têm necessidade de utilização de material durável em sua composição, podendo ser substituído por plásticos alternativos que se decomponham mais rapidamente. (BRASIL, 2010).

5 | ROTULAGEM AMBIENTAL, SELOS VERDES E SEUS DESAFIOS

Existem certificações voluntárias que são baseadas em normas técnicas rígidas e restritas, indicadas pela rotulagem ambiental ou selo verde, apesar de não haver obrigatoriedade de rotulagem específica neste âmbito (VOLTOLINI, 2010). Segundo Wesendonck e Araújo (2014), as empresas não tratavam as questões ambientais de forma sistêmica, porque se preocupavam em atender apenas questões ambientais regulamentadas em legislações governamentais. No entanto, com o crescimento de movimentos ambientalistas, alguns países começaram a criar símbolos ou rótulos ecológicos para indicar produtos que não agridem o meio ambiente.

Os selos têm como objetivo atrair os consumidores, destacando qualidades ambientais do produto, como biodegradabilidade ou retornabilidade, sendo uma ferramenta de marketing para empresas (WESENDONCK e ARAÚJO, 2014). De acordo com o *Dossiê – Rótulos, selos e certificações verdes*, a presença do selo verde em um produto indica ao consumidor rapidamente que se trata de uma "marca verde" e dispensa o trabalho de reunir e organizar informações complexas sobre o assunto. O consumidor consegue, sem a necessidade de ser um especialista em ecologia, saber que está consumindo uma marca com práticas socioambientais. O selo verde é uma pista rápida, segura e confiável (VOLTOLINI, 2010).

O selo verde é obtido a partir de uma avaliação técnica criteriosa, sendo mais do que apenas uma logomarca na embalagem de um produto. Os selos verdes são importantes instrumentos econômicos e conscientizadores tanto para organizações quanto para a sociedade (WESENDONCK e ARAÚJO, 2014). Pela definição da Associação Brasileira

de Normas Técnicas (ABNT), rotulagem ambiental é uma certificação que atesta, por meio de uma marca inserida no produto ou na embalagem que determinado produto/ serviço apresenta menor impacto ambiental em relação a outros produtos “comparáveis” disponíveis no mercado (VOLTOLINI, 2010).

Os primeiros rótulos obrigatórios surgiram na Europa na nos anos de 1940, eles tinham função de destacar a presença de substâncias químicas potencialmente nocivas à saúde do consumidor (VOLTOLINI, 2010). Em 1977 a foi criado o primeiro selo ambiental do mundo, o Blue Angel, instituído na Alemanha (VOLTOLINI, 2010.). Esse selo possui validade de quatro anos e certifica produtos que geram menor impacto ambiental, utilizando critérios como reciclagem e baixa toxicidade (WESENDONCK e ARAÚJO, 2014). Em 1988, o Canadá criou o Eco-logo ou *Enviromental Choice*. Em 1989, o Japão implantou o *Ecomark*, os EUA adotaram o *Green Seal* e os Países Nórdicos criaram o *Nordic Swan* (Cisne Nórdico). Em 1991 a França criou o *NF-Environnement*. Desde 1992 a União Europeia mantém o Ecolabel (WESENDONCK e ARAÚJO, 2014). Em 1993 surgiu o Selo Procel no Brasil. Foi desenvolvido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica e tem como objetivo indicar a eficiência energética de equipamentos elétricos. Com a participação do Inmetro, o selo criou a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) e está presente em todos os produtos eletrodomésticos (WESENDONCK e ARAÚJO, 2014).

Com o crescimento desenfreado de rótulos ambientais e sem padrão regulatório, algumas organizações, na tentativa de obter lucro e fidelização de clientes, criaram seus próprios selos verdes, conhecidos como auto declarações ambientais. De acordo com Biazin e Godoy (2000), estas informações nem sempre contém informações verdadeiras, induzindo consumidores a comprar, erroneamente, produtos com suposto menor impacto ambiental. Dito de outra forma, algumas empresas praticam o “*greenwashing*”, uma espécie de maquiagem verde, que segundo Tavares e Ferreira (2012), tem como principal objetivo emitir impressões sobre práticas ambientais, quando na verdade, suas reais atividades podem se apresentar, inclusive, contrárias aos interesses e bens ambientais. Para Goleman (2009), o modismo dos produtos “verdes” representa uma importante etapa de transição, o início da consciência do impacto ecológico, ainda que sem precisão ou profundidade, porém aponta que considerar um produto verde com base em um só atributo e ignorar outros impactos negativos é uma mera ilusão. Em muitos casos, há sinalizações e mensagens no rótulo supostamente verde, mas que não apresentam dados reais que possam confirmar com veracidade as origens dos resultados do projeto sustentável anunciado. Isso pode confundir e ludibriar consumidores que não tem como costume pesquisar a fundo sobre os produtos que compram. Uma forma confiável e responsável de se consumir é conhecer e se atentar aos selos verdes oficiais existentes (TAVARES e FERREIRA, 2012).

Neste sentido, a partir da pressão feita pelos países que começaram a implementar selos ambientais, pela necessidade de padronização e impulsionada pela Conferência do Rio, Eco-92, a *Internacional Organization for Standadization* criou a ISO 14001, uma

certificação internacional direcionada para gestão ambiental nas empresas (VOLTOLINI, 2010). Para padronização de rotulagem ambiental, criou-se a ISO 14020 e partir dela foram estabelecidos três tipos de rótulos ambientais: I, II e III, que correspondem, respectivamente ao Programa Selo Verde (14024), às Autodeclarações Ambientais (14021) e às Avaliações de Ciclo de Vida (14025). Todos os selos são independentes e possuem critérios rígidos com avaliações contínuas. Eles apresentam alta credibilidade e representam um guia seguro para consumidores, diferentemente dos selos autorreguladores, adotados por empresas ou segmentos empresariais que não possuem verificação externa (VOLTOLINI, 2010).

O Brasil possui o Qualidade Ambiental da ABNT, que é uma iniciativa do governo em parceria com a ABNT para a criação de um selo verde brasileiro (WESENDONCK e ARAÚJO, 2014). O Programa ABNT de Rotulagem Ambiental é uma certificação voluntária de produtos e serviços, desenvolvido de acordo com as normas ABNT NBR ISO 14020 e ABNT NBR ISO 14024. É um selo do Tipo I e tem como objetivo certificar produtos que geram menor impacto socioambiental. Se baseia em critérios sobre o ciclo de vida dos produtos, visando a redução de impactos negativos causados no meio ambiente em todas as etapas do ciclo de vida destes produtos: extração de recursos, fabricação, distribuição, utilização e descarte. Da America do Sul, a ABNT é único membro pleno da *Global Ecolabelling Network* (GEN), entidade internacional que promove a rotulagem ambiental em todo o mundo.

6 | ECONOMIA CIRCULAR

À medida que a economia cresce, se torna necessário mais matéria prima para produção e maior geração de resíduos. Este não seria um problema muito grande enquanto a economia fosse menor do que o nosso ecossistema. O ecossistema natural é tanto a fonte de matéria-prima quanto o "sumidouro" de nossos resíduos. A economia teve um crescimento desproporcional e é preciso se questionar sobre a efetividade do modelo atual. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013)

No processo industrial pode haver o conceito "do berço ao berço", com a noção de que tudo que é utilizado em um determinado produto deveria ser planejado de maneira que quando fosse descartado se biodegradasse, gerando compostos utilizáveis pela natureza, ou que pudesse ser reinserido na cadeia produtiva. Isso contrasta com o conceito atual "do berço ao túmulo", em que o resíduo gerado de um item é descartado e transportado para aterros sanitários, liberando toxinas e demorando para se degradar (GOLEMAN, 2009).

O modelo econômico atual se baseia na economia de forma linear (extração, produção, consumo e resíduos), no qual há o uso de recursos naturais em um ritmo maior do que a sua capacidade de regeneração e a produção de resíduos urbanos em grande escala (LEITÃO, 2015).

A economia circular contrapõe esse padrão de produção e propõe outra maneira para o consumo, para a utilização dos recursos naturais e para a geração e tratamento dos resíduos. Segundo Consenza *et al* (2020), em termos práticos, a economia circular traz como proposta mudança na forma de design e consumo dos produtos, no processo de exploração de matérias primas e resíduos, na ação conflituosa entre a sustentabilidade ambiental e o crescimento econômico.

Na economia circular, as empresas não enxergam sua mercadoria como produtos que serão vendidos e esquecidos, mas como oportunidades de criação de valor contínuo (JENSEN *et al*, 2019). A problemática relacionada aos resíduos é uma questão de comportamento, sendo, desde a década passada, uma questão que superava os problemas do aumento populacional. Segundo Azevedo (2015), é possível observar que, nos dias atuais, tal comportamento não se refere apenas ao consumidor, mas também a todo o setor de produção de bens e serviços, como fator relevante para o estabelecimento dos padrões de consumo.

Sendo assim, a economia circular é uma solução que concilia o modelo sustentável com o ritmo comercial e tecnológico do mundo atual, minimizando os impactos antropológicos no meio ambiente (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013). De acordo com Geissdoerfer *et al.* (2017, p. 759 apud CONSENZA, 2020, p.7), a economia circular é como um sistema regenerativo, no qual se minimiza a entrada e o desperdício de recursos, a emissão e o vazamento de energia, pela desaceleração, fechamento e estreitamento do fluxo de material e energia. A mudança para um modelo de economia circular implica em uma mudança de paradigma, uma vez que demanda uma forma de pensar diferente sobre o fluxo de produção. A transição do modelo linear atual para um modelo circular envolve todas as etapas do ciclo de vida do produto, desde o design à produção, até a fase final da vida útil. É necessário que se minimize o consumo de recursos naturais, reduza o emprego de energia, evite a geração de resíduos e que se ressalte a criação de valores social e ambiental.

7 | PERSPECTIVAS

De acordo com alguns dados e reflexões expostos nesta breve revisão compreende-se e ressalta-se a importância do uso de embalagens no cotidiano da sociedade, sendo imprescindível o uso mais racional das mesmas e a busca de novos materiais mais sustentáveis. A escolha das matérias-primas deve verificar os impactos ambientais que estão relacionados a todas as etapas do ciclo de vida útil daquele produto específico, de forma a contribuir para a melhoria dos aspectos ambientais em cada fase do processo, minimizando o uso de itens tóxicos e a geração de resíduos, reduzindo o consumo de energia e água, reduzindo os custos e gerenciamento de outras atividades ambientais. Desta maneira, facilita-se a transição da ênfase no discurso mais subjetivo sobre o

tema de embalagens sustentáveis para a ênfase no método mais prático e factível de se pensar sobre a lógica de produção de embalagens. As embalagens biodegradáveis estão sendo implementadas progressivamente no mercado, mas um grande desafio é a falta de clareza nos selos ambientais e falta da rotulagem ambiental regulamentada, padronizada e obrigatória. A rotulagem ambiental adequada configura-se como pista rápida, segura e confiável do material que está sendo utilizado naquela embalagem, de forma que esta também possa ser um dos critérios de escolha no ato da compra. De uma forma holística, a economia circular aparenta ser a chave para um futuro melhor, apresentando perspectivas positivas através da estratégia de redesenhar todo o modelo atual, que é considerado insustentável. Com isso é possível prever um futuro não só de redução da extração de matéria prima, mas também de uma cadeia produtiva mais eficiente, na qual o consumidor tem confiança no produto que está adquirindo e o produtor tem custos reduzidos pela implementação da economia circular. É almejado que todos os atores da sociedade, desde o governo, empresas e consumidores, estejam atentos e abertos a esta mudança de paradigma, que nos permita tempos vindouros de uso mais consciente e efetivo dos recursos naturais e de novas oportunidades.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Cecilia; GIANNETI, Biagio; RIBEIRO, Celso. Avaliação do ciclo de vida – ACV: uma ferramenta importante da ecologia industrial*. Revista de Graduação da Engenharia Química.* São Paulo, n.12, jul. 2003.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D6400 - 19: Standard specification for labeling of plastics designed to be aerobically composted in municipal or industrial facilities. Astm international, 2019.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D6868 - 19: Standard Specification for Labeling of End Items that Incorporate Plastics and Polymers as Coatings or Additives with Paper and Other Substrates Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities. ASTM International, 2019.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Embalagens. Recuperado em 13 de agosto de 2020, em: http://portal.anvisa.gov.br/embalagens

ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada- RDC nº 278, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: www.anvisa.gov.br/legis Acessado em: 10 ago. 2020

ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada- RDC nº 16, de 28 de março de 2013. Disponível em:< www.anvisa.gov.br/legis> Acessado em: 10 ago. 2020

Associação Brasileira de Embalagens – ABRE. (2019). Estudo macroeconômico da embalagem. São Paulo. Recuperado em 28 de dezembro de 2020, de https://www.abre.org.br/dados-do-setor/ano2019/

Associação Brasileira de Embalagens – ABRE. (2019). Legislação. São Paulo. Recuperado em 21 de setembro de 2020, de https://www.abre.org.br/legislacao//

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14020: Rótulos e declarações ambientais - Princípios Gerais. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14024: Rótulos e declarações ambientais - Rotulagem ambiental do tipo I - Princípios e procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15448-1: Embalagens plásticas degradáveis e/ou de fontes renováveis Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15448-2: embalagens plásticas degradáveis e/ou de fontes renováveis. Parte 2: biodegradação e compostagem - requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2008.

AZEVEDO, J. L. DE. A economia circular aplicada no brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2015.

BAHRAM, K. *et al*. Thermoplastic starch: a possible biodegradable food packaging material - a review. Journal of Food Process Engineering, 2017.

BARÃO, M. Z. Embalagens Para Produtos Alimentícios. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT. Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR, 2012.

BARIKANI, M. *et al*. Preparation and application of chitin and its derivatives: A reviewIranian Polymer Journal (English Edition), 2014.

Biodegradable Products Institute - BPI. (2018). Sobre o Instituto de Produtos Biodegradáveis. Recuperado em 25 de agosto de 2020, de https://www.bpiworld.org/Sobre-o-Instituto-de-Produtos-Biodegradveis

BRASIL, Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - **Política Nacional de Resíduos Sólidos** (PNRS).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa. Instrução Normativa Mapa nº 22, de 24 de novembro de 2005, sobre o Regulamento Técnico Para Rotulagem de Produtos de Origem Animal Embalado.

BUCCI, D. Z.; TAVARES, L. B. B.; SELL, I. PHB packaging for the storage of food products. Polymer Testing, 2005.

BUGNICOURT, E. *et al*. Polyhydroxyalkanoate (PHA): Review of synthesis, characteristics, processing and potential applications in packaging. eXPRESS Polymer Letters, 2014

CHAMAS, A. *et al*. Degradation Rates of Plastics in the Environment. ACS Sustainable Chemistry and Engineering, 2020.

CHANDRA, R.; RUSTGI, R. Biodegradable polymers. Progress in Polymer Science (Oxford), 1998.

CHOWDHURY, S. R. *et al*. Collagen Type I: A Versatile Biomaterial. In: Advances in Experimental Medicine and Biology, 2018.

COSENZA, J. P.; ANDRADE, E. M. DE; ASSUNÇÃO, G. M. DE. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 2020.

DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. Marine Pollution Bulletin, 2002.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the Circular EconomyEllen MacArthur Foundation, 2013.

FAI, A.E.C. et al. Development and evaluation of biodegradable films and coatings obtained from fruit and vegetable residues applied to fresh-cut carrot (*Daucus carota* L.). Postharvest Biology and Technology, 2016.

FECHINE, GJM. Polímeros Biodegradáveis: Tipos, mecanismos, normas e mercado mundial. 1ª ed. São Paulo: Editora Mackenzie; 2013. 118 p.

GEWERT, B.; PLASSMANN, M. M.; MACLEOD, M. Pathways for degradation of plastic polymers floating in the marine environmentEnvironmental Sciences: Processes and Impacts, 2015.

GOLDMAN, A. Short product life cycles: implications for the marketing activities of small high-technology companies. R&D Management, 1982.

GOLEMAN, D. Inteligência Ecológica. O impacto do que consumimos e as mudanças que podem melhorar o planeta / Daniel Goleman, tradução Ana Beatriz Rodrigues. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. Recurso digital

GUINZELLI, Franciele, NOWACK, Oldenir. Análise do crescimento populacional versus aumento da geração de resíduos sólidos no município de Faxinal dos Guedes – SC no período de 2006 a 2009. Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 2010

GUO, X. *et al*. Structures, properties and application of alginic acid: A reviewInternational Journal of Biological Macromolecules, 2020.

HE, Y. N. A Review of PGLA Model of Medical Materials in Clinical Catgut Embedding Application. Advanced Materials Research, 2015

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Cerflor: Certificação Florestal. Recuperado em: http://inmetro.gov.br/qualidade/cerflor.asp

JEM, K. J.; TAN, B. The development and challenges of poly (lactic acid) and poly (glycolic acid). Advanced Industrial and Engineering Polymer Research, 2020.

JENSEN, J. P. *et al*. Creating sustainable value through remanufacturing: Three industry cases. Journal of Cleaner Production, 2019.

JORGE, Neuza. Embalagens para alimentos / Neuza Jorge. – São Paulo : Cultura Acadêmica : Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2013.

LANDIM, A. P. M. *et al*. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. Polimeros, 2016.

LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting, 2015.

Marketing verde: um olhar sobre as tensões entre greenwashing e ecopropaganda na construção do apelo ecológico na comunicação publicitária. Revista Espaço Acadêmico, 2012.

MATHEUS, J. R. V. *et al*. Persimmon (*Diospyros Kaki* L.): Chemical Properties, Bioactive Compounds and Potential Use in the Development of New Products - A Review. Food Reviews International, 2020.

MEI, Lucia Helena, MARIANI, Pilar. Visão geral sobre polímeros ou plásticos ambientalmente degradáveis (PADs). Editora e Gráfica Flamboyant, Campinas. 2005.

MOHAMED, R. M.; YUSOH, K. A Review on the Recent Research of Polycaprolactone (PCL). Advanced Materials Research, 2015.

NOGUEIRA, T. B. B.; FERREIRA, M. S. L.; FAI, A. E. C. Utilization of agricultural by-products: bioactive properties and technological applications. Food Reviews International, 2020.

OJEDA, Telmo Francisco Manfron. Biodegradabilidade de materiais poliméricos. 2008. 128 f. Tese Doutorado em Ciência do Solo - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2008.

PICCHIO, M. L. et al. Casein films crosslinked by tannic acid for food packaging applications. Food Hydrocolloids, 2018.

RAMOS, M. *et al*. Gelatin-Based Films and Coatings for Food Packaging Applications. Coatings, 2016.

REQUENA, R.; VARGAS, M.; CHIRALT, A. Release kinetics of carvacrol and eugenol from poly(hydroxybutyrate-co-hydroxyvalerate) (PHBV) films for food packaging applications. European Polymer Journal, 2017.

RODRIGUEZ-GALAN, A.; FRANCO, L.; PUIGGALI, J. Degradable poly(ester amide)s for biomedical applications Polymers, 2011.

Rótulo Ecológico Portal da Sustentabilidade. Recuperado em: 23/06/2020. de https://www.abntonline.com.br/sustentabilidade/Rotulo/Default

SALOMÃO, I. C. As origens do desenvolvimentismo brasileiro e suas controvérsias: Notas sobre o debate historiográfico. Nova Economia, 2017.

SAMANTARAY, P. K. *et al*. Poly(glycolic acid) (PGA): a versatile building block expanding high performance and sustainable bioplastic applications. Green Chemistry, v. 22, n. 13, p. 4055–4081, 2020.

SHAH, A. A. *et a*l. Biological degradation of plastics: A comprehensive reviewBiotechnology Advances, 2008.

TAJEDDIN, B. Cellulose-Based Polymers for Packaging Applications. In: Lignocellulosic Polymer Composites: Processing, Characterization, and Properties. [s.l: s.n.].

TAO, G. *et al*. Biosynthesis and Characterization of AgNPs–Silk/PVA Film for Potential Packaging Application. Materials, 2017.

VAN DEN BROEK, L. A. M. *et al*. Chitosan films and blends for packaging material. Carbohydrate Polymers, 2015.

VOLTOLINI, Ricardo. Dossiê – Rótulos, selos e certificações verdes. Uma ferramenta para o consumo consciente. Ideia Socioambiental, 2010.

WESENDONCK, Ana Paula e ARAUJO, Ronize. Rotulagem Ambiental: Um estudo sobre a criação de um selo verde para os laboratórios da UFPR. 2014. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

CAPÍTULO 19

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL URBANA DAS CAPITAIS AMAZÔNICAS

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 15/12/2020

Caio Cezar Ferreira de Souza
Universidade da Amazônia, Belém – Pará
https://orcid.org/0000-0002-0038-277X

Joyce dos Santos Saraiva
Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém – Pará
https://orcid.org/0000-0002-2791-0667

Maria Lúcia Bahia Lopes
Universidade da Amazônia, Belém – Pará
https://orcid.org/0000-0002-3718-0434

Marcos Antônio Souza dos Santos
Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém – Pará
https://orcid.org/0000-0003-1028-1515

RESUMO: O processo de urbanização das capitais amazônicas expõe grandes contingentes populacionais a vulnerabilidades socioambientais vinculadas aos fenômenos de adensamento populacional, exclusão social e injustiças ambientais. O trabalho tem como objetivo estimar um índice multivariado para aferir o nível de vulnerabilidade socioambiental da população das capitais da Amazônia Legal. A metodologia foi baseada na criação do índice a partir da aplicação da técnica de estatística multivariada de análise fatorial, com a utilização de dados secundários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Sistema da Federação das Indústrias do estado do Rio de Janeiro (FIRJAN). Os resultados demonstraram que o fator definido como Infraestrutura de Saneamento Ambiental Urbano foi responsável por 42% da variância total dos dados e o fator de Dimensão social explicou 29,2%. No período analisado observou-se que a maioria das capitais da região amazônica tiveram crescimento do dinamismo econômico e melhoria na sua infraestrutura de serviços de saneamento básico, porém sem reflexos mais robustos na qualidade de vida e bem-estar da população. Portanto, a adoção de políticas públicas que garantam maior justiça social nessas capitais é fundamental para o desenvolvimento urbano em bases sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVES: Serviços urbanos, Amazônia Legal, Análise socioeconômica, Indicador multivariado.

EVALUATION OF URBAN SOCIO-ENVIRONMENTAL VULNERABILITY OF AMAZONIAN CAPITAL

ABSTRACT: The accelerated and unplanned performance of the urbanization process in the Amazon, gives rise to a new relationship between the urban and rural areas and reconfigures new socio-environmental vulnerabilities linked to the phenomena of population density, social exclusion and environmental injustices. The present study consists of characterizing and analyzing the population of the capitals of the Legal Amazon in a situation of socio-environmental vulnerability using the Urban Socio-Environmental Vulnerability Index. The methodology was based on the creation of the

index based on the application of the multivariate statistical technique, factor analysis, using secondary data from IBGE and Sistema FIRJAN. The results showed that the factor defined as Urban Environmental Sanitation Infrastructure was responsible for 42% of the total variance and the Social Dimension factor explained only 29.2% of it, noting that most capitals in the Amazon region had growth in economic dynamism and improvement in its infrastructure of basic sanitation services, but without more robust effects on the quality of life and well-being of the population. Therefore, the adoption of public policies that guarantee greater social justice within these capitals is fundamental for urban development on sustainable bases.
KEYWORDS: Urban services, Legal Amazon, Socioeconomic analysis, Multivariate indicator.

1 I INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o termo vulnerabilidade tornou-se palavra-chave nos estudos sobre risco ambiental e mudanças climáticas. O desenvolvimento dos países de todo o mundo está sendo cada vez mais afetado por um desempenho acelerado e não planejado da urbanização, acentuado pelo retrocesso da economia, aumento nos preços dos alimentos e pelos impactos das mudanças ambientais. Consequentemente, a combinação desses fenômenos acaba prejudicando a possibilidade de obtenção de um desenvolvimento mais equitativo (FAO/MDS, 2010).

Os estudos que envolvem vulnerabilidade socioambiental se direcionam a analisar os fatores que influenciam nos aspectos socioambientais que podem fragilizar as condições de existência dos indivíduos que vivem em um local. Esse tipo de análise permite avaliar de forma mais integrada áreas consideradas vulneráveis, bem como identificar o nível de vulnerabilidade que as pessoas estão mais expostas (MENDONÇA et al., 2008).

O termo vulnerabilidade pode se referir a coexistência de grupos populacionais de baixa renda, com alta privação social e áreas de risco ou degradação ambiental (ALVES, 2006). A vulnerabilidade socioambiental urbana, por sua vez, está vinculada aos fenômenos de adensamento populacional, exclusão social e às injustiças ambientais, processos ligados diretamente ao aumento demográfico e à falta de políticas públicas eficazes (MAIOR et al., 2014).

Segundo o Food for the Cities da Food and Agriculture Organization (FAO) (2008), em 2007 a população urbana mundial superou a população rural em número e até 2030, é esperado que mais de sessenta por cento da população mundial viva em áreas urbanas. A expansão urbana sem planejamento e de forma desordenada ocasiona uma série de problemas socioambientais nas cidades brasileiras, comprometendo o bem-estar urbano e sustentabilidade local.

Becker (2005) ressalta que, a dinâmica regional recente da região amazônica passou por diversas mudanças, dentre elas destaca-se a conectividade regional, que vai além de estradas, perpassando pelo avanço nas telecomunicações, que influenciam nas articulações locais e nacionais. Outras mudanças que ocorreram foram a estrutural e

econômica, onde a população passou a organizar-se ao longo das rodovias, deixando mais a rede fluvial, influenciando no crescimento demográfico e a dominância extrativista deu lugar a industrialização.

Os centros urbanos que se expandem sobre a Amazônia Legal têm se desenvolvido a partir do surgimento de cidades de porte intermediário e com a multiplicação de pequenos centros urbanos, que seguem os traçados das principais rodovias e dos rios da região (SATHLER et al., 2009). Matos (2005) destaca que, nas últimas décadas, o nível de urbanização das cidades amazônicas aumentou consideravelmente, resultante dos fluxos migratórios, principalmente das regiões Nordeste e Sul, apresentando taxas de crescimento populacional superiores às médias nacionais.

No entanto, o crescimento da população urbana não foi acompanhado da implementação de infraestrutura para garantir condições mínimas de qualidade de vida. Baixos índices de saúde, educação e empregos, junto à falta de equipamentos urbanos, denotam a baixa qualidade de vida da população local (BECKER, 1995). Diante desse contexto, o presente estudo consiste em caracterizar e analisar as capitais da Amazônia Legal sob a ótica da vulnerabilidade socioambiental a partir do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental Urbana.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo e Fonte de Dados

A Amazônia Legal corresponde a cerca de 58,9% do território brasileiro e é formada pelos estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará, Amapá, Tocantins, Mato Grosso e parte do Maranhão (IBGE, 2019). Essa região é marcada por diversas políticas de desenvolvimento no século XX, com o objetivo de proporcionar uma maior integração ao território nacional, tendo assim características, sobretudo econômicas, diferentes do restante do país (CARVALHO; DOMINGUES, 2016).

As capitais dos estados, pertencentes a Amazônia Legal, exercem grande influência sobre os municípios menores, uma vez que concentram cerca de 27% da população de toda a região e aproximadamente 36% da riqueza regional (Produto Interno Bruto Total), gerada sobretudo no setor de serviços. Em termos de qualidade de vida, através das variáveis renda, educação e longevidade, tendo como base o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, disponibilizado no Atlas Brasil, as capitais amazônicas são classificadas com alto desenvolvimento humano, porém, apenas Palmas e Cuiabá aparecem entre os 50 melhores IDHMs do Brasil.

Para avaliar a vulnerabilidade socioambiental urbana das nove capitais da Amazônia Legal, sendo elas, Porto Velho, Rio Branco, Manaus, Boa Vista, Belém, Macapá, Palmas, São Luís e Cuiabá, em três períodos distintos, foram extraídos dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) e do Sistema FIRJAN.

No SIDRA, foram utilizados os dados dos Censos Demográficos, da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual (PNADC/A) e Produto Interno Bruto dos Municípios (PIB-Munic), sendo nos Censos e na PNADC/A obtidas as variáveis de percentual de domicílios com rede geral de distribuição de água, percentual de domicílios com coleta de lixo por serviço de limpeza e percentual de domicílios com esgotamento sanitário adequado (Rede geral ou fossa séptica) e no PIB-Munic a variável de PIB a preços correntes, sendo feita a correção de valores com a utilização do índice geral de preços (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas (FGV).

No Sistema FIRJAN, foram coletados dados referentes ao Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM). O IFDM acompanha o desenvolvimento socioeconômico de todos os municípios brasileiros, incorporando três dimensões, emprego e renda, educação e saúde, através de estatísticas oficiais disponibilizadas pelos ministérios do Trabalho, Educação e Saúde (FIRJAN, 2020). Esse índice foi criado em 2008 e apresenta 12 edições, sendo a mais antiga com ano-base 2005 e a mais recente ano-base 2016.

Foram determinados três períodos para análise, o primeiro período compreendeu os anos 2000/2005, o segundo período o ano de 2010 e o terceiro período, o mais recente, os anos 2016/2019. No primeiro e último período foram utilizados anos distintos na avaliação devido a disponibilidade dos dados, no qual as variáveis referentes ao saneamento ambiental (abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário) são de 2000, 2010 e 2019 e o PIB e índice FIRJAN foram obtidos de 2005, 2010 e 2016. As cinco variáveis constituíram o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental Urbana (IVSU) das nove capitais analisadas.

2.2 Índice de Vulnerabilidade Socioambiental Urbana

O IVSU associado a cada uma das nove capitais da Amazônia Legal foi estimado com aplicação do método estatístico multivariado de análise fatorial, que segundo Hair et al. (2009), consiste em um modo objetivo de agrupar variáveis, sendo dessa forma, possível a estimação de um índice.

O modelo de análise fatorial pode ser apresentado genericamente na Equação 1.

$$X = \alpha f + \varepsilon \qquad (1)$$

Onde:

X = vetor transposto de variáveis aleatórias observáveis;

α = matriz de coeficientes fixos denominados cargas fatoriais;

f = vetor transposto de variáveis não observáveis ou fatores;

ε = vetor transposto de erros aleatórios.

A criação do IVSU foi realizada em três etapas. Na primeira aplicou-se a análise fatorial, com a decomposição em componentes principais e rotação ortogonal dos fatores do tipo varimax, com as cinco variáveis obtidas no SIDRA e Sistema FIRJAN, a fim de obter os fatores, a variância explicada por eles e os escores fatoriais de cada capital nos três

períodos distintos. Para avaliar a adequação dos dados, foram utilizados os testes Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de esfericidade de Bartlett, nos quais valores maiores ou iguais a 0,5 para KMO, indicam que a amostra é adequada, e significância estatística a níveis menores que 0,05 para o teste de esfericidade, apontam correlação entre as variáveis, demonstrando assim que é possível seguir com a análise fatorial (HAIR et al., 2009).

Em seguida, a padronização dos escores fatoriais, de forma a se obter valores em uma escala de 0 a 1, foi executada a partir da Equação 2.

$$FPij = \frac{Fij - Fimin}{Fimax - Fimin} \quad (2)$$

Onde:

FPij = escore fatorial padronizado;

Fij = escore fatorial;

Fimin = valor mínimo do escore fatorial;

Fimax = valor máximo do escore fatorial.

E, finalmente, o IVSU para os três períodos, foi calculado a partir da Equação 3.

$$IVSU = \sum \frac{\lambda i}{\lambda AC} FPij \quad (3)$$

Onde:

λi= variância explicada pelo fator;

λAC= variância acumulada explicada por todos os fatores extraídos;

FPij = escore fatorial padronizado.

A partir dos valores obtidos de IVSU foi realizada a classificação das capitais de acordo com o Quadro 1, onde quanto maior o valor do índice, menor a vulnerabilidade socioambiental do município.

IVSU	Classificação
≥ 0,7	Vulnerabilidade Baixa
0,70 < 0,30	Vulnerabilidade Média
≤ 0,30	Vulnerabilidade Alta

Quadro 1. Classificação das capitais quanto a vulnerabilidade socioambiental.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo fatorial estimado apresentou o valor de KMO de 0,548, demonstrando adequação da amostra. Em relação ao teste de esfericidade de Bartlett, o p-valor foi menor que 0,05, indicando que houve correlação entre as variáveis. A decomposição em componentes principais permitiu a extração de dois fatores que explicaram 71,2% da

variância total. A Tabela 1 lista as variáveis que compõem cada fator, e suas respectivas cargas fatoriais.

Variáveis	Fator 1	Fator 2
Percentual de domicílios com coleta de lixo	**0,824**	-0,108
Percentual de domicílios com esgotamento sanitário adequado	**0,802**	-0,198
Percentual de domicílios com rede geral de abastecimento de água	**0,771**	0,489
IFDM - Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal	0,061	**0,914**
PIB - Produto Interno Bruto	0,427	**-0,577**
Variância Acumulada (%)	42,042	**71,215**
KMO	**0,548**	
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	30,755
	df	10
	p-valor Sig.	**0,001**

Tabela 1. Matriz de cargas fatoriais após rotação ortogonal, variância acumulada dos fatores e testes de adequabilidade dos dados.

O primeiro fator explicou 42% da variância total, sendo composto pelas variáveis percentual de domicílios com coleta de lixo, com esgotamento sanitário adequado e com rede geral de abastecimento de água. O Fator 1, portanto, foi definido como Infraestrutura de Saneamento Ambiental Urbano, este envolve aspectos que estão entre as preocupações mais importantes com relação a qualidade ambiental, por serem elementos que fazem parte do ordenamento e do planejamento das cidades. Saneamento nas áreas urbanas são essenciais e envolvem preocupações com o ambiente, com a saúde, com a qualidade de vida e com aspectos sanitários, Heller e Pádua (2010), afirmam que o saneamento é um serviço urbano que visa garantir a salubridade ambiental, mantendo a qualidade de vida da sociedade.

O segundo fator explicou 29,2% da variância total. É formado pela variável IFDM, que representa a dimensão social, englobando emprego e renda, saúde e educação, e a variável PIB. O Fator 2 foi definido como Dimensão Socioeconômica.

No modelo fatorial, o IFDM e o PIB são inversamente proporcionais. Dos Anjos Filho (2013) destaca que, desenvolvimento é diferente do crescimento, pois o tamanho da economia em termos de produto interno bruto pode ter um crescimento, sem reflexo no

desenvolvimento e bem-estar da população. Sen (2010), ressalta que, para se alcançar o verdadeiro desenvolvimento é necessário o abandono das principais fontes de privação de liberdade, como pobreza, destituição social, falta de oportunidades econômicas, displicência dos serviços públicos, entre outros.

No Fator 1, Infraestrutura de Saneamento Ambiental Urbano, as cidades de Palmas, Boa Vista, Cuiabá, Belém e Manaus, apresentaram valores positivos em todos os anos analisados, tendo sempre cobertura superior a 70% dos domicílios nos três serviços que compõem o fator. Dentre esses municípios, pode-se observar na Figura 1, que Palmas e Boa Vista, foram as únicas que se mantiveram também com valores positivos para o Fator 2, Dimensão Socioeconômica, demonstrando assim uma gestão mais equilibrada, quando comparada com as demais, refletindo em menor vulnerabilidade urbana.
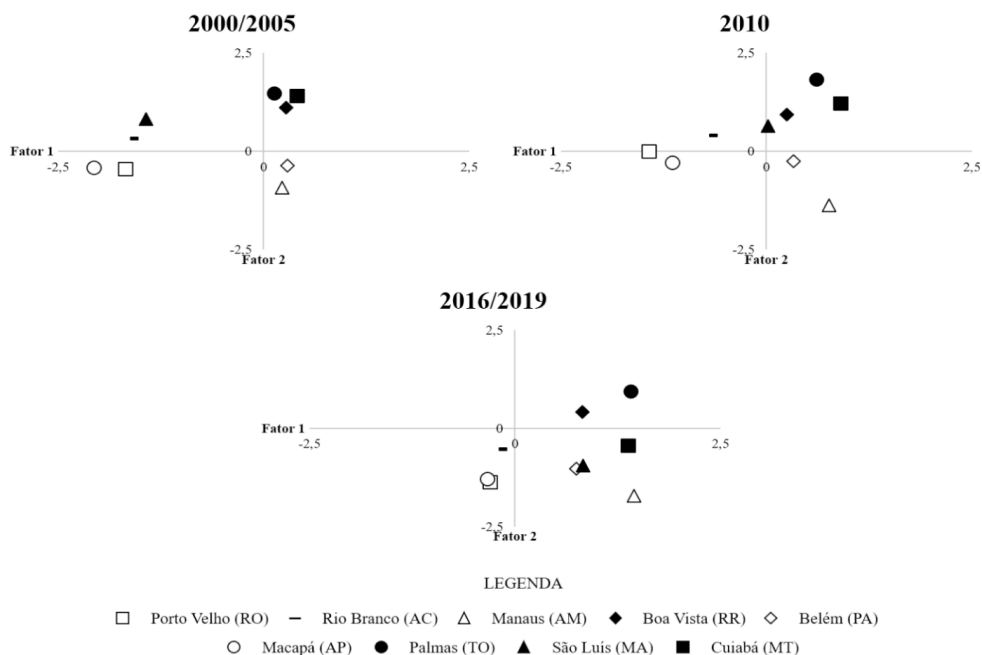
Figura 1. Escores fatoriais das capitais amazônicas.

Em relação a Dimensão Socioeconômica, também é importante destacar que Belém, Manaus e Macapá, apresentaram o pior desempenho nesse fator, uma vez que as duas primeiras, com as maiores economias, em termos de PIB, não apresentaram altos IFDM, e Macapá foi a capital com os piores IFDM, no geral (Tabela 2).

A Tabela 2 também demonstra que Porto Velho apresentou a pior média de abastecimento de água e a sexta de IFDM, apresentando comportamento no gráfico da Figura 1 sempre no quadrante dos valores negativos, ao lado de Macapá que além dos

baixos IFDM, apresentou a pior e a segunda menor cobertura de esgotamento sanitário e abastecimento de água, respectivamente.

	Abastecimento de Água (%)	Lixo Coletado (%)	Esgotamento Sanitário (%)	IFDM	PIB (R$ Mil)
Porto Velho (RO)	36,950	87,907	65,967	0,697	11.891.973,57
Rio Branco (AC)	55,700	89,237	61,553	0,721	6.923.619,63
Manaus (AM)	78,243	95,467	75,337	0,675	66.523.743,68
Boa Vista (RR)	96,467	94,280	71,930	0,739	6.798.569,70
Belém (PA)	74,757	96,653	77,000	0,681	26.651.631,79
Macapá (AP)	54,267	89,617	46,827	0,639	7.713.661,81
Palmas (TO)	96,043	96,557	76,507	0,806	5.851.688,35
São Luís (MA)	77,507	87,437	69,463	0,735	24.515.122,06
Cuiabá (MT)	94,147	95,947	84,183	0,769	18.532.629,52

Tabela 2. Média das variáveis analisadas entre os anos de 2000/2005, 2010 e 2016/2019.

Os escores fatoriais nos três períodos distintos, obtidos a partir da matriz de cargas fatoriais e da variância explicada por cada fator, permitiram a classificação de cada capital analisada (Tabela 3).

Capital	Período	IVSU	Classificação
Porto Velho (RO)	2000/2005	0,210	Alta Vulnerabilidade
	2010	0,305	Média Vulnerabilidade
	2016/2019	0,336	Média Vulnerabilidade
Rio Branco (AC)	2000/2005	0,310	Média Vulnerabilidade
	2010	0,476	Média Vulnerabilidade
	2016/2019	0,451	Média Vulnerabilidade
Manaus (AM)	2000/2005	0,476	Média Vulnerabilidade
	2010	0,514	Média Vulnerabilidade
	2016/2019	0,590	Média Vulnerabilidade
Boa Vista (RR)	2000/2005	0,719	Baixa Vulnerabilidade
	2010	0,695	Média Vulnerabilidade
	2016/2019	0,731	Baixa Vulnerabilidade
Belém (PA)	2000/2005	0,551	Média Vulnerabilidade
	2010	0,572	Média Vulnerabilidade
	2016/2019	0,551	Média Vulnerabilidade

Macapá (AP)	2000/2005	0,151	Alta Vulnerabilidade
	2010	0,319	Média Vulnerabilidade
	2016/2019	0,341	Média Vulnerabilidade
Palmas (TO)	2000/2005	0,737	Baixa Vulnerabilidade
	2010	0,858	Baixa Vulnerabilidade
	2016/2019	0,890	Baixa Vulnerabilidade
São Luís (MA)	2000/2005	0,400	Média Vulnerabilidade
	2010	0,622	Média Vulnerabilidade
	2016/2019	0,576	Média Vulnerabilidade
Cuiabá (MT)	2000/2005	0,775	Baixa Vulnerabilidade
	2010	0,837	Baixa Vulnerabilidade
	2016/2019	0,727	Baixa Vulnerabilidade

Tabela 3. Índice de Vulnerabilidade Socioambiental Urbana e classificação das capitais analisadas.

De modo geral, as cidades de Porto Velho, Manaus, Macapá e Palmas apresentaram um contínuo avanço no IVSU no período analisado, sendo que Porto Velho e Macapá passaram de uma condição de alta vulnerabilidade nos primeiros anos de análise para média vulnerabilidade nos períodos mais recentes, alcançando um IVSU de 0,336 e 0,341, respectivamente.

Porto Velho, apesar de ter alcançado uma melhora com relação aos primeiros anos de análise, foi classificada com média vulnerabilidade no período de 2016/2019. Grandes mudanças acabaram ocorrendo na capital, como a construção de usinas no rio Madeira a partir dos anos 2000, e estas vieram atreladas a falta de organização e planejamento, ao desordenado crescimento urbano junto a carência de políticas habitacionais para suprir as necessidades da população local, provocando um passivo socioambiental (SAMPAIO et al., 2012; GONÇALVES et al., 2014).

Manaus e Palmas se mantiveram na mesma zona de classificação, com média e baixa vulnerabilidade, respectivamente. Manaus se caracteriza por possuir uma das maiores economias da região, Maciel (2016) ressalta que, o crescimento econômico que a cidade teve nos últimos anos contribuiu fortemente para o inchaço populacional e elevação do custo de vida, levando a porção da população mais pobre para habitações alternativas, com baixa qualidade de vida e maior vulnerabilidade. Em termos de emprego e renda, saúde e educação, representado pelo IFDM, a capital do Amazonas apresentou um decréscimo entre 2005 e 2016, ratificando assim a afirmação de Dos Anjos Filho (2013), que crescimento econômico não representa desenvolvimento da sociedade.

Palmas, a mais recente capital administrativa planejada do Brasil, apresentou o maior índice para o período mais recente e foi classificada nos demais sempre com baixa vulnerabilidade socioambiental. Lima et al. (2018), afirma que a qualidade de vida da capital

do Tocantins é um dos fatores que maior influenciam o processo migratório para a cidade, assim como o lado econômico, visto que a questão salarial foi outro motivo explanado pelo autor para a grande migração para o recém-formado município.

A cidade de Macapá aparece em condições análogas a Porto Velho, com baixo IVSU nos primeiros anos de análise. Essa capital tem diversos problemas nas áreas ambiental, econômica e político-institucional, apontados por Tostes e Ferreira (2018), e ainda sofre com a falta de planejamento, contudo, junto com a cidade de Santana, ainda é a cidade com maiores oportunidades de emprego, saúde e educação no estado do Amapá, demonstrando a grande vulnerabilidade da população em todo o território estadual.

Rio Branco teve aumento do índice em um primeiro momento e queda no segundo, porém, se mantendo em situação de média vulnerabilidade. A capital possui características próximas a de Porto velho, uma vez que se desenvolveu a partir de aglomerações as margens do rio Acre, sofreu aumento populacional decorrente do êxodo rural, devido a falta de oportunidades nas cidades do interior. Esse crescimento demográfico levou a ocupação desordenada do espaço, causando como na maioria das capitais do país, a segregação social e espacial (FRANCA et al., 2018).

Para os valores de IVSU, Belém e São Luís apresentaram certa similaridade, sendo classificadas com média vulnerabilidade. Esses dois municípios junto com Manaus se caracterizam por possuírem as maiores economias da região, porém, os altos valores de seus PIBs resultaram apenas em melhorias de infraestrutura urbana, como o saneamento ambiental, representado pelo primeiro fator no modelo, em áreas específicas das cidades.

Veiga (2001), destaca que o desenvolvimento está intimamente ligado ao aumento da possibilidade de escolha, não somente de bens materiais, mas sim das oportunidades de amplificar o potencial do indivíduo que depende de fatores culturais e sociais, como saúde, educação, comunicação, direitos e liberdade.

Belém, segundo Pereira e Vieira (2016), também convive com os problemas da urbanização relacionados a habitação, onde, o saneamento básico que no geral tem alcançado índices melhores nos últimos anos, não chega a população mais carente, que habita assentamentos precários, que são reflexos de um processo desordenado de ocupação da malha urbana.

Em relação ao fator Dimensão Socioeconômica, a capital do estado do Pará, obteve desempenho muito próximo a Manaus, com o crescimento do PIB sem impacto nas condições de vida da maioria da sociedade, e trazendo ainda maior desigualdade socioespacial dentro do município, como é destacado por Vieira et al. (2018), que mostra a concentração de famílias com rendimentos maiores que cinco salários mínimos nos bairros centrais com maior acesso a serviços, enquanto que as famílias de menor rendimento se concentram nos bairros periféricos.

O estado do Maranhão, teve um crescimento econômico de 6,9% a.a. entre 2000 e 2010, superior ao do Brasil, sendo puxado pelo escoamento da produção de minérios

e grãos pelo Porto de Itaqui em São Luís, que concentra um terço do PIB do estado. No entanto, a capital é conhecida por ser uma cidade periférica com intensa desigualdade, onde se tem uma pequena parte caracterizada por infraestrutura moderna e áreas de luxo, enquanto que os bairros restantes convivem com problemas, como falta de segurança e de serviços de saneamento básico (LOPES, 2018).

Rio Branco, São Luís, Belém e Cuiabá tiveram desempenho semelhante entre si, tendo um aumento do índice em um primeiro momento e queda no segundo, porém, se mantendo em situação de média vulnerabilidade, no caso das três primeiras, e de baixa vulnerabilidade, para a capital de Mato Grosso. Boa Vista teve o quadro inverso, com diminuição entre os primeiros anos e aumento no intervalo mais atual, oscilando assim entre média e baixa vulnerabilidade.

A capital de Roraima, assim como Cuiabá, é destaque em relação ao valor absoluto do IVSU, impulsionado principalmente pelo seu Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal, aferido nos anos de 2005, 2010 e 2016. Porém, a crescente imigração de venezuelanos devido a crise no país vizinho tem causado diversos problemas sociais para a cidade, como a falta de espaço no mercado de trabalho local para esses imigrantes, além do crescimento populacional em locais mais vulneráveis, como áreas de preservação ou ambientalmente degradadas (MEDEIROS; VERAS, 2018).

Cuiabá, que foi classificada em baixa vulnerabilidade em todos os períodos avaliados, é considerada como ponto de apoio da região central do país, caracterizada fortemente pelo setor agropecuário. A área urbana da capital do Mato Grosso é marcada por uma divisão entre a cidade considerada legal, que recebe os maiores investimentos em infraestrutura, como o saneamento básico e a cidade ilegal, formada de modo desordenado pelas camadas mais vulneráveis da sociedade, porém a regularização das ocupações ilegais através de programas governamentais e políticas sociais tem sido uma solução para o processo de urbanização da cidade (OLIVEIRA, 2018). E essa regularização é refletida na baixa vulnerabilidade da cidade ao longo de toda a análise do IVSU.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As reflexões apresentadas no texto são motivadas pela necessidade de uma visão sistêmica da problemática socioambiental urbana, uma vez que os resultados apresentados evidenciam que as questões sociais e ambientais nas capitais devem ser tratadas de forma articulada, dada a relação entre a inserção de um determinado grupo ou indivíduo na dinâmica social daquele lugar.

O Índice de Vulnerabilidade Socioambiental Urbano das capitais amazônicas permitiu avaliar a situação da população das cidades mais influentes da região. Essas capitais apresentaram melhorias, principalmente, relacionadas a cobertura de infraestrutura de saneamento básico, porém sem significativas melhorias nas condições sociais de seus habitantes.

O modelo fatorial também demonstrou que o crescimento econômico, demonstrado pelo produto interno bruto, não representou o desenvolvimento social das cidades, uma vez que as capitais com maior dinamismo econômico não apresentaram os melhores índices de vulnerabilidade. Dessa forma, a adoção de políticas públicas, voltadas para garantir melhor qualidade de vida e bem-estar da sociedade, assim como diminuir a desigualdade social e espacial dentro desses centros urbanos são fundamentais dentro de todo o território da Amazônia Legal.

REFERÊNCIAS

ALVES, H. P F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole Paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. Revista Brasileira de Estudos Populacionais. São Paulo, v. 23, n. 1, p. 43-59, 2006.

BECKER, B. K. Undoing Myths: The Amazon - An Urbanized forest. In: Clüsener, G. M. , Sachs, I., Brazilian Perspectives on sustainable development of the Amazon region - Man and Biosphere Series, Paris, UNESCO e Parthenon Publish Group Limited, p. 53-89, 1995.

BECKER, B. K. Dossiê Amazônia Brasileira I: Geopolítica da Amazônia. Estudos Avançados, v.19, n. 53, 2005.

CARVALHO, T. S.; DOMINGUES, E. P. Projeção de um cenário econômico e de desmatamento para a Amazônia Legal brasileira entre 2006 e 2030. Nova Economia, v. 26, n. 2, p. 585-621, 2016.

DOS ANJOS FILHO, R. N. Direito ao desenvolvimento. São Paulo: Editora Saraiva, 2013.

FIRJAN. Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal. 2020. Disponível em: https://www.firjan.com.br/ifdm/. Acesso em: 12 ago. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Food insecurity: when people must live with hunger and fear starvation. Disponível em: http://www.fao.org/NEWS/1999/img/SOFI99-E.PDF. Acesso em: 13 ago. 2020.

FAO/MDS. A AUP na América Latina e no Caribe: uma realidade. Publicação distribuída no 5º Fórum Urbano Mundial (Rio, 03/2010). Disponível em: <http:// http://agriculturaurbana.org.br/textos/AUPenALC-BrochureIPES_FAO-portugues_lo>. Acesso em: Acesso em: 13 ago. 2020.

FRANCA, S. M.; CAVALCANTE, C. R. S.; SILVA, A. M. C.; PINHEIRO, F. B.; FERREIRA, J. S.; SIQUEIRA, R. M.; RODRIGUES, T. H. L.; DIAS, W. F. Problemas urbanos e conflitos sociais: os conflitos causados pelos agentes promotores do espaço urbano na cidade de Rio Branco (AC) e Porto Velho (RO). DêCiência em Foco, v. 2, n. 2, 2018.

GONÇALVES, K. S.; SIQUEIRA, A. S. P.; CASTRO, H. A.; HACON, S. S. Indicador de vulnerabilidade socioambiental na Amazônia Ocidental. O caso do município de Porto Velho, Rondônia, Brasil. Ciência & Saúde Coletiva, n. 19, v. 9,p. 3809-3817, 2014.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. Análise Multivariada de Dados. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Amazônia Legal. 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?=&t=acesso-ao-produto. Acesso em: 12 ago. 2020.

LIMA, A. C.; LOUREIRO, P. R. A.; MOREIRA, T. B. S. Um estudo empírico sobre migração para a cidade de Palmas (TO). Revista de Gestão Pública, Previdência e Seguridade Social, v. 1, n. 1, p. 27-51, 2018.

LOPES, F. C. R. Metamorfoses no espaço metropolitano de São Luís (MA). GeoTextos, v. 14, n. 1, p. 83-102, 2018.

MACIEL, F. B. Assentamentos precários: o caso de Manaus. *In:* MORAIS, M. P.; KRAUSE, C.; LIMA NETO, V. C. Caracterização e tipologia de assentamentos precários: estudos de caso brasileiros. Brasília: IPEA, 2016.

MAIOR, M. M. S., CÂNDIDO, G. A. Avaliação das metodologias brasileiras de vulnerabilidade socioambiental como decorrência da problemática urbana no Brasil. Cad. Metrop., São Paulo, v. 16, n. 31, pp. 241-264, jun 2014.

MATOS, R. Espacialidades em rede: População, urbanização e migração no Brasil contemporâneo. Belo Horizonte: Editora, 2005.

MEDEIROS, C. F.; VERAS, A. T. R. Segregação socioespacial na Amazônia brasileira: as contrastantes realidades das zonas leste e oeste de Boa Vista/RR. Revista Eletrônica Casa de Makunaima, v. 1, n. 1, p. 66-77, 2018.

MENDONÇA, F. A. LEITÃO, S. A. M. Riscos e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos. GeoTextos, vol. 4, n. 1, p. 145-163, 2008.

OLIVEIRA, A. L. G. A produção do espaço urbano de Cuiabá, Mato Grosso. São Paulo: Editora Cia do Ebook, 2018.

PEREIRA, F. S.; VIEIRA, I. C. G. Expansão urbana da Região Metropolitana de Belém sob a ótica de um sistema de índices de sustentabilidade. Revista Ambiente e Água, v. 11, n. 3, p. 731-744, 2016.

SAMPAIO, S. F.; JUSTINA, E. E. D.; BEZERRA, S. F.; ARAÚJO, M. F. Características Socioeconômicas dos Moradores de Área de Risco da Bacia do Igarapé Grande-Porto Velho (RO). REVISTA GEONORTE, v. 1, n. 4, p. 501 –514, 2012.

SATHLER, D.; MONTE-MÓR, R. L.; CARVALHO, J. A. M. As redes para além dos rios: urbanização e desequilíbrios na Amazônia brasileira. Nova Economia, Belo Horizonte, n. 19, v.1, p. 11-39, 2009.

SEN, A. Desenvolvimento como liberdade. Tradução Laura Texeira Motta; Revisão Técnica Ricardo Donielli Mendes. 1ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, p. 461, 2010.

TOSTES, J. A.; FERREIRA, J. F. C. Indicadores de sustentabilidade para aferir impactos ambientais e urbanos em Macapá e Santana, cidades médias da Amazônia. *In:* TOSTES, J. A. Planejamento Urbano Regional no Estado do Amapá. Macapá: UNIFAP, 2018.

VEIGA, J. E. O Brasil rural ainda não encontrou seu eixo de desenvolvimento. Estudos Avançados, São Paulo, v. 15, n. 43, p. 101-119, 2001.

VIEIRA, D. C. M.; RODRIGUES, J. C.; RODRIGUES, J. C. Mapeamento e análise de desigualdades socioespaciais: abordagem interpretativa a partir da cidade de Belém, Pará. Revista Geosaberes, v. 9, n. 17, p. 1-21, 2018.

CAPÍTULO 20

ANÁLISE DA PRODUÇÃO PESQUEIRA DO CAMARÃO SETE BARBAS NOS MUNICÍPIOS DE SANTOS/GUARUJÁ

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 08/12/2020

Daty Costa de Souza
Universidade Santa Cecília
Santos – SP
http://lattes.cnpq.br/3108082773626153

Álvaro Luiz Diogo Reigada
Universidade Santa Cecília
Santos – SP
http://lattes.cnpq.br/0911150768860631

Herculano Bezerra de Araújo
Universidade Santa Cecília
Santos – SP
http://lattes.cnpq.br/9427530922805217

RESUMO: Por apresentar grande relevância econômica e social no litoral do sudeste brasileiro, a pesca do camarão sete barbas necessita de constante monitoramento visando acompanhar a manutenção dos estoques. Foram analisados dados sobre a produtividade pesqueira nos municípios de Santos e Guarujá entre os anos 2008 e 2016. Na análise do período foi demonstrado um aumento na produção pesqueira no ano de 2012, com aproximadamente 1.962 toneladas de camarão sete barbas, seguido por um declínio até o ano de 2016 com aproximadamente 498 toneladas. Devido a redução e flutuação da produtividade pesqueira, recomenda-se mais estudos sobre a pesca e monitoramento dos estoques do camarão sete barbas.

PALAVRAS-CHAVE: Litoral, Sobrepesca, Recurso Pesqueiro.

FISHERY PRODUCTION ANALYSIS OF SETE BARBAS SHRIMP IN THE MUNICIPALITIES OF SANTOS / GUARUJÁ

ABSTRACT: For presenting great economic and social relevance on the coast of southeastern Brazil, the fishing for the sete barbas shrimp needs constant monitoring in order to monitor the maintenance of stocks. Data on fishing productivity were analyzed in the municipalities of Santos and Guarujá between the years 2008 and 2016. An analysis of the period showed an increase in fish production in 2012, with approximately 1,962 tonnes of sete barbas shrimp, followed by a decline until the year 2016 with approximately 498 tons. Due to the reduction and fluctuation of fishing productivity, further studies on fishing and monitoring stocks of the sete barbas shrimp are recommended.

KEYWORDS: Coastline, Overfishing, Fishing Resource.

1 I INTRODUÇÃO

A pesca desempenha um grande papel social e econômico e a contribuição do setor pesqueiro é essencial para a segurança alimentar dos países e comunidades. A conservação dos recursos aquáticos explotados pelo homem é, portanto, essencial para garantir a sustentabilidade da pesca no longo prazo. Não menos importante é a conservação do ambiente marinho e dos ecossistemas (NOMURA, 2010).

As diretrizes da gestão pesqueira é um sistema que visa a sustentabilidade, e segundo Borges (2014), deve-se considerar três dimensões, a econômica, a ambiental e a social, pois cada vez mais a sociedade envolvida deve ter a consciência de um desenvolvimento sustentável não esgotando os recursos naturais. Ressalta ainda que o sistema precisa melhorar em cada uma das dimensões, porque pensando de maneira sustentável, acaba acontecendo mudança de decisões e busca de medidas de gestão pesqueira, que protegem os recursos naturais, amenizando os impactos no meio ambiente.

A pesca no mundo enfrenta uma crise e no Brasil não é diferente, de acordo com o ABPA - Anuário Brasileiro da Pesca e Aquicultura (2014) a pesca extrativa está estabilizada, porém a aquicultura vem crescendo. A aquicultura é uma atividade de produção crescente, em relação à pesca extrativa, quando se sabe que a exploração da sua população, em geral, já atingiu o seu máximo potencial (NOMURA, 2010).

Considerando o comportamento da produção extrativa no mundo, englobando as águas continentais e marinhas, houve uma tendência de estabilidade nos últimos anos, mas se considerar as capturas da pesca marinha, ocorre tendência de redução. O comportamento da produção da pesca no Brasil, tanto marinha e continental, como aquicultura apresentou um período de crescimento com início em 1960 e vai até 1985 quando a produção atingiu quase um milhão de toneladas. De 1986 a 1990, houve uma queda da produção chegando a 640 mil toneladas, entre 1991 a 1999, ocorreu a estagnação com um leve declínio e nos anos de 2000 até 2010, houve uma lenta recuperação da produção de pesca extrativa. Nesta última década, a pesca extrativa, apresenta uma queda por conta da sobrepesca e recursos subexplotados (DIAS NETO & DIAS, 2015).

X. kroyeri é encontrado com maior abundância em águas de salinidade e temperatura de fundo mais elevada, conforme Dias Neto (2011), D'Incao et al, (2002); Costa et al. (2007); Fransozo et al. (2002); Graça Lopes et al. (2007); Kolling (2011). Com relação à profundidade, Heckler et al (2007) afirma que habitam em águas rasas até 70 m, com maior abundância entre 5 a 30 m. Por ser encontrado, em baixa profundidade, acaba provocando o interesse de grande número de embarcações na intenção de sua captura.

Considerando a pesca do Camarão Sete Barbas e a importância da gestão para todo o processo de produção, diante de um cenário de flutuações, optou-se pelo estudo dessa espécie nos municípios de Santos e Guarujá no período de 2008 a 2016.

2 | OBJETIVO

Analisar a produção pesqueira do camarão sete barbas nos municípios de Santos e Guarujá entre os anos de 2008 a 2016, discutindo os desafios para uma gestão sustentável.

3 | MATERIAL E MÉTODOS

As informações são referentes a produção pesqueira do camarão *Xiphopeneus kroyeri* (figura 1), no período entre 2008 e 2016. Os dados foram obtidos através do Propesq, Sistema Gerenciador da Produção Pesqueira do Instituto de Pesca, através do Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Estado de São Paulo – PMAP-SP de Controle Estatístico da Produção Pesqueira Marítima. O período definido para este estudo justifica-se pela expansão da rede de coleta em 2008, incluindo pontos de desembarques que não tinham tanta movimentação nos municípios costeiros de São Paulo anteriormente.

As coletas de dados foram feitas através do método censitário com entrevistas voluntárias, incluindo mestres de embarcações, no caso dos camarões e também por consulta a 200 locais referente os 15 municípios.

Foram analisadas as informações sobre a produção pesqueira do camarão *X. kroyeri*, mensurada através dos quilos (kg) obtidos e as unidades produtivas, que as são embarcações utilizadas para a pesca. Também foi contabilizado os desembarques efetuados, ou seja, as descargas da produção pesqueira nos dois municípios do litoral do Estado de São Paulo.

Figura 1 – Exemplar de *Xiphopeneus kroyeri* (Heller, 1862).

Foto: Adilson Fransozo.

O presente estudo empregou uma metodologia exploratória com a pesquisa bibliográfica, ou seja, o levantamento de dados de variadas fontes. De acordo com Gil (2010), a pesquisa bibliográfica é realizada de acordo com materiais publicados. Este material pode ser livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos. Para a análise estatística, desvio padrão e confecção dos gráficos foi utilizado o Excel.

4 | RESULTADOS

No litoral central (tabela 1), foi observado que a maior produção ocorreu nos municípios de Santos/Guarujá, responsável por 85,74% da produção total, com um aumento na produção pesqueira no ano de 2012, com aproximadamente 1.962 toneladas de camarão sete barbas, seguido por um declínio até o ano de 2016 com aproximadamente 498 toneladas. Houve uma queda da produção pesqueira de 70,47% nessa região no período estudado, considerando todos os municípios do litoral central, no período dos oito anos, a queda foi de 66%. A média de produção pesqueira entre os anos de 2008 e 2016 foi de 1.446.637 kg ± 524.644 kg.

Ano	Santos/Guarujá	Total
2008	1.685.987,30	1.685.987,30
2009	1.169.776,85	1.169.776,85
2010	1.564.881,20	1.564.881,20
2011	1.574.874,40	1.574.874,40
2012	1.962.342,60	1.962.342,60
2013	770.567,30	770.567,30
2014	1.183.843,00	1.183.843,00
2015	752.599,05	752.599,05
2016	497.817,50	497.817,50
Total	11.162.689,20	11.162.689,20

Tabela 1 - Produção pesqueira do camarão sete barbas em kg, registradas nos municípios de Santos/Guarujá no período de 2008 a 2016.

Fonte: Instituto de Pesca/Propesq

5 | UNIDADES PRODUTIVAS

Os municípios que apresentaram maior número de unidades produtivas foram Santos/Guarujá com 2.147 unidades produtivas.
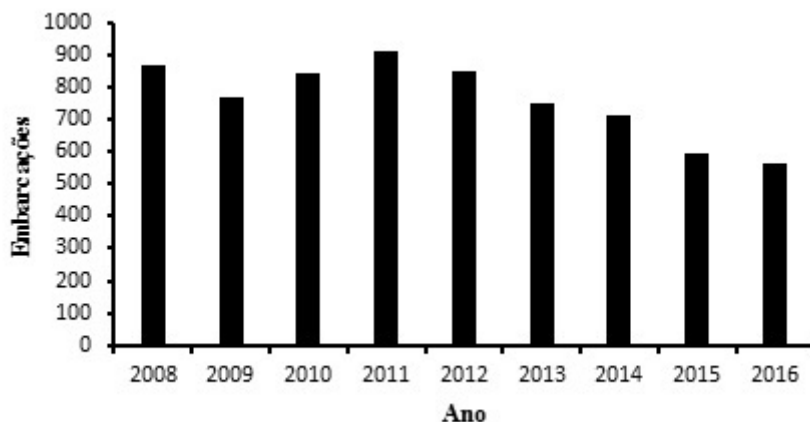
Figura 5: Número de unidades produtivas registradas nos municípios deSantos/Guarujá de 2008 a 2016

Fonte: Instituto de Pesca/Propesq

6 | DESEMBARQUE

O desembarque (descargas) do camarão sete barbas no litoral paulista totalizou 131.718, e média anual de 14.635 ± 2.344 (Figura 6). Os municípios que apresentaram maior número foram Santos/Guarujá com 48.842, ou seja, 66,04% do litoral central.
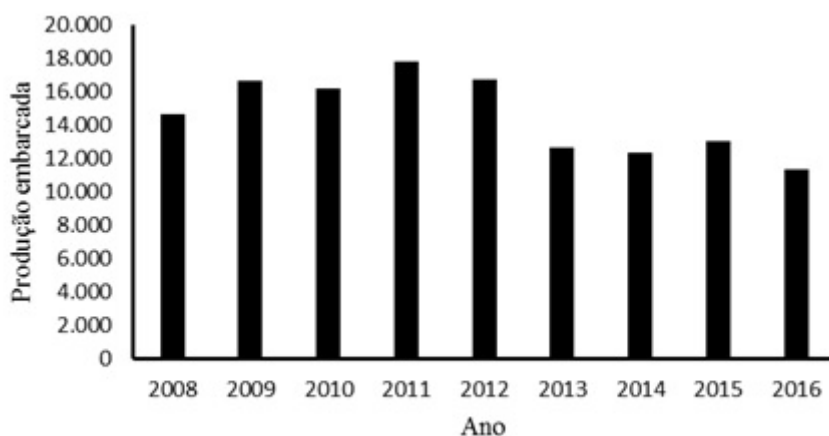
Figura 6 – Número de desembarques registrados nos municípios do litoral norte, litoral central e litoral sul nos anos de 2008 a 2016.

Fonte: Adaptado de Instituto de Pesca/Propesq

7 | DISCUSSÃO

O estudo apresentou análise quanto a segmentação geográfica, trazendo informações dos municípios de Santos/Guarujá.

Em 2012 constatou-se o ápice de produção, e em 2013, ocorreu uma oscilação muito grande entre um ano e outro, época em que o país começou a viver uma considerável mudança no cenário econômico e social. Graça Lopes et al (2002) também considera essa realidade, quando afirma que a produção pesqueira de modo geral, tem flutuado bastante no decorrer dos anos, instabilizando o mercado consumidor que depende de sua exploração, principalmente a pesca camaroeira, mais precisamente o camarão sete barbas que é uma das mais importantes para a economia pesqueira do litoral paulista do Brasil. Fernandes et al. (2014) também considera a oscilação na produção pesqueira do camarão sete barbas que pode ser explicado pela vulnerabilidade financeira, fator observado no litoral norte do Rio de Janeiro.

Para explicar a queda verificada, pode-se considerar a informação de Dias Neto (2011), no qual a limitação de licenças para a pesca do camarão sete barbas resulta em uma grande quantidade de embarcações atuando na clandestinidade, gerando descontrole na produção, sobrepesca e, como resultado, a queda da produção dessa espécie de camarão. Porém, Heckler (2010) alerta que o estudo sobre o camarão sete barbas carece de informações sobre esta espécie, por ser o principal alvo dos crustáceos na região da Baixada Santista. Num foco econômico, Perequê mereceu um estudo de viabilidade econômica da atividade da pesca do camarão sete barbas, considerando os investimentos necessários, custos e despesas para a operação, e segundo

Diversas são as justificativas, considerações e sugestões que procuram explicar e orientar a operação da atividade pesqueira do camarão sete barbas, o que provoca reflexões importantes para o processo de Gestão Pesqueira dessa espécie, como se apresentam a seguir:

O defeso representa um ponto a ser evidenciado em toda a discussão envolvendo a pesca dessa espécie. Muriana (2016), citando um estudo feito com os pescadores apontou que a abundância do Camarão-sete-barbas reduziu drasticamente ao longo dos últimos anos. O motivo principal é pesca excessiva de embarcações de arrasto de grande porte porque compromete toda a cadeia alimentar e além disso, declara que a diminuição do camarão pode ocorrer também, devido ao defeso ser realizado na “época errada” porque a reprodução acontece entre setembro e fevereiro, período que acabam capturando muitas fêmeas ovadas e camarões pequenos (juvenis), principalmente nos meses de janeiro e fevereiro. Corroborando com isto, Graça-Lopes et al. (2007), apontam que nos meses de janeiro e fevereiro, os indivíduos de Camarão sete-barbas possuem pouco mais de 5,0 cm de comprimento total.

Autores como Fransozo et al. (2002), Costa et al. (2007), Simões et al. (2010), Furlan et al. (2010), Harry et al. (2010) em todos os trabalhos sobre a espécie *X. Kroyeri* discutem a importância do estabelecimento regional do defeso com base na reprodução e recrutamento dos jovens. De acordo com o estudo de Santos et al. (2016), na plataforma continental de Sergipe, o recrutamento e reprodução de X. *Kroyeri* ocorre continuamente ao longo do ano, não necessitando de uma adequação do defeso, o mesmo fato ocorre no litoral paulista onde a reprodução, e o recrutamento juvenil também são contínuos com maiores intensidades no verão e no outono (Costa et al, 2007; Simões et al, 2010).

Para melhor compreensão do impacto ambiental provocado pela pesca do camarão através de rede de arrasto, importante considerar o estudo de Branco e Verani (2006) no período de 1997 a 2002, que para cada kilo de camarão capturado a fauna acompanhante variou de 1/3,572 (anos 2001 e 2002) até 1/19,436 (anos 1997 e 1998). Também mereceu destaque de Medeiros et al (2013), segundo os quais é motivo de preocupação, porque apesar da estratégia de pesca, proposta para o Brasil, não existe um controle sobre a sua operacionalização, principalmente sobre a pesca de arrasto sobre os camarões. Os autores ressaltam ainda que na legislação pesqueira, não existe um acompanhamento ou ajuste, apesar das mudanças tecnológicas para reduzir a captura da fauna acompanhante ou BRD (Bycatch Reduction Devices) que é uma medida de gestão para modificação das redes de arrasto.

O Fenômeno El Niño, considerado por Kolling (2011), ao estudar a produção do camarão sete barbas, constatou as principais influências dos eventos El Niño nas regiões nordeste e sul, com aumento ou diminuição das chuvas, porém a região sudeste é considerada uma região transitória. Exemplo disto foi o aumento das taxas de precipitação que ocorreram no período de 1995 a 1998, associado ao término tardio do período chuvoso em decorrência de eventos de El Niño, que levaram tais influências ao aumento nas descargas fluviais. Ampliando a análise sobre interferências climáticas, as variações que podem acontecer em períodos sazonais, provenientes de ventos fortes, entradas de frentes frias, desprendimentos de algas macrófitas, acabam refletindo segundo Graça Lopes (1996), em queda na produção, e flutuação no decorrer dos anos.

Um dos maiores problemas da gestão pesqueira do camarão sete barbas é o ineficiente acompanhamento da sua produção, pela não inexistência de uma padronização metodológica para a coleta de dados, ao longo da costa brasileira, o que dificulta um melhor ordenamento, de acordo com D’incao et al (2002), Dias-Neto (2011), Mendonça (2007); Mendonça et al. (2013). E no tocante à gestão da pesca dos camarões, de acordo com a Proposta de Plano Nacional de Gestão para o Uso Sustentável de Camarões Marinhos do Brasil (Dias Neto, 2011), apresenta objetivos em relação à sustentabilidade com o enfoque biológico (manter o nível sustentável do estoque), social (otimizar o capital humano) e ecológico (minimizar os impactos da pesca).

Para Graça Lopes et al (2007), só existe um objetivo no gerenciamento pesqueiro: equacionar o esforço de pesca do camarão sete barbas, porque assim protegerá tanto a espécie quanto a atividade pesqueira. Corroborando, Ávila et al (2005) constata que o resultado do mau gerenciamento da pesca e o conflito entre as atividades pesqueiras industriais e artesanais ou de pequena escala, que vem sendo agravado nos últimos tempos. Mendonça et al (2013), aponta a questão da frota, que embora dividida em industrial e artesanal, considera que a grande maioria das unidades produtivas que atuam na pesca do camarão sete-barbas é artesanal, situação que pode dificultar o processo de gestão do recurso, considerando que qualquer ação realizada junto à pesca artesanal envolve número elevado de atores.

De acordo com Dias Neto & Dias (2015), a administração do poder público, é um dos entraves que podem prejudicar a biodiversidade aquática no Brasil, retardando a retomada e manutenção da sustentabilidade e caso nada aconteça, a crise pela qual a pesca nacional está passando, pode piorar no futuro o seu sobreuso. Para Medeiros et al. (2013), uma co-gestão adaptativa, reflete na mudança do modelo de administração, ou seja, um modelo de comando e controle. Isto requer um processo lento de mediadores e usuários dos recursos pesqueiros.

A comercialização do camarão sete barbas é de importância para a economia da pesca, havendo equilíbrio entre produção e consumo graças a contribuição da Aquicultura, que com tendência de crescimento compensa a queda da pesca extrativa demonstrada neste estudo. Outros questionamentos também acontecem para explicar a queda, como: tem menos camarão ou menos barco pescando? Em síntese, as discussões que levaram a justificar a queda da produção do camarão sete barbas, à luz do que manifestam os autores aqui estudados, requer sobretudo um maior aprofundamento e entendimento dos motivos aqui apontados.

A partir do objetivo proposto, este trabalho procurou fundamentar o processo de produção do camarão sete barbas, através de pesquisa bibliográfica de autores que reproduzem a realidade dessa atividade, sobretudo no litoral paulista. Foram coletados dados do Instituto de Pesca que retrataram o real declínio da pesca extrativa do camarão sete barbas, bem como identificadas possíveis razões para tais resultados. Este estudo representou um avanço para que a produção pesqueira desse crustáceo tenha um acervo de informações e análise, como referência para novos estudos e discussões acerca do tema, que ainda apresenta muitas lacunas para um entendimento mais completo.

8 I CONCLUSÃO

A queda da produção do camarão sete barbas é uma realidade. Do ponto de vista de Gestão, os desafios quanto as suas dimensões são: no ambiental, a preservação do estoque e controle dos efeitos da fauna acompanhante. No social, é importante considerar

todos os atores envolvidos, sobretudo os pescadores, que vivem da pesca do camarão sete barbas para o sustento de suas famílias. E na dimensão econômica (economia da pesca), deve-se considerar a operação da pesca do camarão como um negócio lucrativo, que atraia investidores e operadores, além de impactos com legislação e normatização mais atuantes e eficazes.

A partir dos dados e análises apresentados, a atividade da pesca do camarão sete barbas, na ótica da Gestão Pesqueira, necessita de várias ações que possam reverter a tendência de queda, que se mostrou evidente. Quanto a análise de produtividade, os dados se mostraram muito desfavoráveis, pois além da queda de produção, todos os índices também caíram, o que significa dizer que apesar de menos produção o pescador ou empresário teve que dispender de mais esforço e recursos para cada operação, o que eleva custos e reduz rentabilidade, desestimulando o envolvimento com a atividade.

A operação pesqueira, na qual se insere a produção do camarão sete barbas, carece de modelos de gestão pública e privada que possam orientar, normatizar de forma mais realista e adotar mecanismos de controle mais eficazes em todo o processo da operação.

As reflexões dos autores aqui citados, demonstram a importância da gestão pesqueira, os desafios que todos os envolvidos têm em se comprometer e as autoridades em tomar medidas para evitar um colapso pesqueiro.

REFERÊNCIAS

ÁVILA DA SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; MENDONÇA, J.T.; SERVO, G.J.M.; BASTOS, G.C.C. BATISTA, P.A. **Produção pesqueira marinha do estado de São Paulo no ano 2005**. Série Relatórios Técnicos 50: 44p. São Paulo, 2005.

BRANCO, J.O.; H.C. MORITZ-JR. **Alimentação natural do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri*(Heller) (Crustácea, Decapoda), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina**. Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, 18 (1): 53-61, 2001.

BRANCO, J.O; VERANI, J.R. **Pesca do camarão sete barbas e sua fauna acompanhante.** Editora da UNIVALI, Itajaí, SC. p. 153-170, 2006.

BORGES, M.M; *in* BORGES, C (ORG). **Empreendedorismo Sustentável**. 1ª edição. São Paulo: Saraiva, 2014.

COSTA, R. C., FRANSOZO, A., FREIRE, F. A., & CASTILHO, A. L. **Abundance and Ecological Distribution of the" Sete-Barbas" Shrimp Xiphopenaeus kroyeri (Heller, 1862)(Decapoda: Penaeoidea) in Three Bays of the Ubatuba Region, Southeastern Brazil.** *Gulf andw Caribbean Research*, *19*(1), 33-41, 2007.

DIAS NETO, J. **Proposta de plano nacional de Gestão para o uso sustentável de camarões marinhos do Brasil**. Série Plano de Gestão Recursos Pesqueiros. Brasília, IBAMA, 242p, 2011.

DIAS NETO, J.; DIAS, J.F.O. **O uso da biodiversidade aquática no Brasil: uma avaliação com foco na pesca. Ministério do Meio Ambiente/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis** – Brasília: IBAMA, 2015.

D'INCAO, F.; VALENTINI H., RODRIGUES L.F. **Avaliação da Pesca de Camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil: 1965-1999**. Atlântica, Rio Grande, 24 (2): 103-116, 2002.

FERNANDES, L.P; KEUNECKE, K.A; DI BENEDITTO, A.P.M. **Produção e socioeconomia da pesca do camarão sete barbas no norte do estado do Rio de Janeiro.** Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 40(4): 541–555, 2014.

FRANSOZO, A.; COSTA, R. C., MANTELATTO, F. L., PINHEIRO, M. A., & SANTOS, S. **Composition and abundance of shrimp species (Penaeidea and Caridea) in Fortaleza bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil.** In *Modern approaches to the study of Crustacea* (pp. 117-123). Springer US, 2002.

FURLAN, E.F., MACHADO, T.M.;; NEIVA, C.R.P.; CASARINI, L.M.; ALEXANDRINO DE PÉREZ, A.C.; LEMOS NETO, M.J.; TOMITA, R.Y. **Fatores que afetam a qualidade do pescado na pesca artesanal de municípios da costa sul de São Paulo, Brasil.** Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 36 (3): 213-223, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5ª Edição. São Paulo: Atlas, 2010.

GRAÇA LOPES, R. **A pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri,* heller (1862) e sua fauna acompanhante no litoral do Estado de São Paulo.** Rio Claro: UNESP,1996. 99f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, UNESP), 1996.

GRAÇA LOPES, R.; TOMÁS, A.R.G.; TUTUI, S.L.S.; SEVERINO RODRIGUES, E.; PUZZI, A. **Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do estado de São Paulo, Brasil.** Boletim do Instituto de Pesca, 28(2): 173-188, 2002.

GRAÇA LOPES, R. da; SANTOS, E.P. dos; SEVERINO-RODRIGUES, E.; BRAGA, F.M. de S.; PUZZI, A. 2007. **Aportes ao conhecimento da biologia e da pesca do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862) no litoral do Estado de São Paulo, Brasil.** Boletim do Instituto de Pesca, 33(1): 63-84. São Paulo, 2007.

HARRY, Boos; COSTA, Rogério C.; SANTOS, Roberta A.; NETO, José D.; RODRIGUES, Evandro S; RODRIGUES, Luiz Fernando.; D'INCAO, Fernando; IVO, Carlos T. C. & COELHO, Petrônio A. (in memoriam). **Avaliação dos camarões peneideos (decapoda:penaeidae).** *In* Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010 2014. Pg. 300-312, acesso em 03 ago 2017.

HECKLER, G.S. **Distribuição ecológica e dinâmica populacional do camarão sete barbas Xiphopenaeus kroyeri (Heller, 1862) (Crustáceo Decapoda) no complexo Baia/Estuário de Santos e São Vicente, SP.** Botucatu: UNESP, 2010. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, 2010.

HECKLER, G. S.; LOPES, M.; SIMÕES, S. M.; COSTA, R. C. **Habitat preferencial entre juvenis e adultos do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862)** Ubatuba, São Paulo. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007.

KOLLING, J.A. **Variação espacial e temporal na abundância do camarão sete barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER, 1862), descarregado no estado de São Paulo entre 1990-2009: identificação das influências pesqueiras e ambientais.** Dissertação do Instituto de Pesca - Programa de Pós Graduação em Aquicultura e Pesca – APTA – SAA. São Paulo, 2011.

MEDEIROS, R.P. **Possibilidades e obstáculos à co-gestão adaptativa de sistemas pesqueiros artesanais: estudo de caso na área da baia de Tijucas, litoral centro-norte do estado de Santa Catarina, no período de 2004 a 2008.** UFSC, 2013. Tese (Doutorado). Programa de Pós Graduação em Sociologia Política. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.

MEDEIROS R.P.; GUANAIS J.H.D.G; SANTOS L. O; SPACH H. L.; SILVA C. N. S; FOPPA C.C; CATTANI A.P; RAINHO A.P. **Estratégias para a redução da fauna acompanhante na frota artesanal de arrasto do camarão sete-barbas: perspectivas para a gestão pesqueira.** Bol. Inst. Pesca, 39(3): 339 – 358. São Paulo, 2013.

MENDONÇA, Josemar T. **Gestão dos Recursos Pesqueiros do Complexo Estuarino-lagular de Cananéia, Iguape e Ilha Comprida, Litoral Sul de São Paulo, Brasil.** São Carlos: Ufscar, 2007. Tese de Doutorado na Unidade Federal de São Carlos.

MENDONÇA, J. T; GRAÇA-LOPES, R.; AZEVEDO, V. G. **Estudo da CPUE da pesca paulista dirigida ao camarão sete barbas entre 2000 e 2011.** Boletim do Instituto de Pesca, 39 (3), 251-261. São Paulo, 2013.

MURIANA, C.B. **Levantamento da Ictiofauna através da pesca esportiva no Parque Estadual Marinho da Laje de Santos e Setor Itaguaçu, São Paulo, Brasil.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca. – São Paulo/2016.

NOMURA, I. **O futuro da pesca e da Aquicultura Marinha no Mundo**. Cienc. Cult. vol.62 no.3. São Paulo, 2010.

SANTOS, M.D.C.F; SILVA, K.C.D.A.; CINTRA, I.H.A. **Carcinofauna acompanhante da pesca artesanal do camarão-sete-barbas ao largo da foz do rio São Francisco (Alagoas e Sergipe, Brasil)** Acta Fish. Aquat. Res. (2016) 4:1-10, 2016.

SIMÕES, S. M., COSTA, R. C., FRANSOZO, A., & CASTILHO, A. L. **Diel variation in abundance and size of the seabob shrimp Xiphopenaeus kroyeri (Crustacea, Penaeoidea) in the Ubatuba region, Southeastern Brazil**. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, *82*(2), 369-378, 2010.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA PESCA E AQUICULTURA/2014. http://formsus.datasus.gov.br/novoimgarq/16061/2489520_218117.pdf., acesso em 02 mar 2017.

INSTITUTO DE PESCA. http://www.propesq.pesca.sp.gov.br/16/conteudo, acesso em 12 nov 2017.

A Biodiversidade na zona costeira e marinha do Brasil. Carine Corrêa. http://www.mma.gov.br/informma/item/6618-a-biodiversidade-na-zona-costeira-e-marinha-do-brasil, 2017, acesso em 25 ago. 2017.

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ATIVIDADE PESQUEIRA MARINHA E ESTUARINA EM SÃO PAULO - PROPESQ. Reconstrução da Série Histórica de Dados da Pesca Marinha no Brasil. http://www.propesq.pesca.sp.gov.br/23/conteudo/relatório /30, acesso em 26 jan. 2016.

Aquicultura e Pesca: Camarões. Estudos de Mercado Sebrae/ESPM. https://pt.scribd.com/document/81943088/Aquicultura-e-Pesca-Camaroes, acesso em 24 Set. 2017.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) – Instituto de Pesca lança site inédito com informações pesqueiras – Fernanda Domiciano – 19/02/2015. http://www.apta.sp.gov.br/noticia_apta.php?id=4603, acesso em 13 set 2017.

CAPÍTULO 21

SUSTAINABILITY AND FUTURE PERSPECTIVE OF THE LOBSTER FISHERY: THE PERCEPTION OF FISHERMEN OF PONTA GROSSA, ICAPUÍ, CEARÁ, BRAZIL

Data de aceite: 01/03/2021
Data de submissão: 04/12/2020

André Prata Santiago
Federal University of Delta Parnaíba - UFDPar, Department of Fisheries Engineering, Laboratory of Biotechnology and Marine Aquaculture
Parnaíba-Piauí
http://lattes.cnpq.br/4798225763912193

Janaína de Araújo Sousa Santiago
Federal University of Delta Parnaíba - UFDPar, Department of Fisheries Engineering, Laboratory of Biotechnology and Marine Aquaculture
Parnaíba-Piauí
http://lattes.cnpq.br/6077862213827683

Luiz Gonzaga Alves dos Santos Filho
Federal University of Delta Parnaíba - UFDPar, Laboratory of Biotechnology and Marine Aquaculture
Parnaíba-Piauí
http://lattes.cnpq.br/9399215752362083

George Satander Sá Freire
Federal University of Ceará - UFC, Department of Geology, Marine and Applied Geology Laboratory
Fortaleza-Ceará
http://lattes.cnpq.br/6803944360256138

ABSTRACT: This paper analyzes the perception of the fishermen about the problems with which they issue in lobster fishing in a community where most people live off this activity. The data were taken by questionnaires to a part of the population involving around 70% of resident fishermen in the studied community from north coast Brazil, which assessed aspects related to fishery, management applied in resource conservation, and socioeconomic aspects. The fishermen showed knowledge of the legislation related to lobster fishing, but they think which should be better managed. They also believe that increasing their participation in decisions on fisheries would help to improve the activity. Most do not believe in the improvement of fishing in the future, and 100% of them do not want the sons continue working in lobster fishing. The production of lobster tends to stay in control of the fishing companies in the future, thereby removing artisanal fishing from this activity.
KEYWORDS: Artisanal fishing, lobster fishing, management, *Panulirus*, socioeconomic aspects.

SUSTENTABILIDADE E PERSPECTIVA FUTURA DA PESCA DA LAGOSTA: A PERCEPÇÃO DOS PESCADORES DE PONTA GROSSA, ICAPUÍ, CEARÁ, BRASIL

RESUMO: Este artigo analisa a percepção dos pescadores sobre os problemas enfrentados na pesca da lagosta, em uma comunidade onde a maioria dos moradores sobrevive dessa atividade. Foram questionários a uma parcela da população, abrangendo cerca de 70% dos pescadores residentes na comunidade, onde

avaliou-se aspectos relacionados à pesca, gestão aplicada na conservação de recursos e aspectos socioeconômicos. Os pescadores mentais da legislação relacionada à pesca da lagosta, mas eles pensam que deve ser melhor gerenciada. Eles também acreditam que aumentar sua participação nas decisões sobre pescarias ajudaria a melhorar a atividade. A maioria não acredita na melhoria da pesca no futuro e 100% deles não querem que os filhos continuem trabalhando na pesca de lagosta. A produção de lagosta tende a manter o controle das empresas de pesca, removendo assim a pesca artesanal desta atividade.
PALAVRAS-CHAVE: Pesca artesanal, gerenciamento, *Panulirus*, aspectos socioeconômicos.

1 I INTRODUCTION

The Palinuridae family consists of crustaceans living in tropical and temperate seas, comprising more than 47 species, 33 of which are captured commercially. There are three genera of spiny lobsters of greatest economic importance in the world: *Panulirus* (White, 1847), *Palinurus* (Weber, 1795), and *Jasus* (Parker, 1883) (Lipcius and Eggleston, 2000), but only *Panulirus* is present in Brazil (Fonteles-Filho, 2000). The species of lobsters of the *Panulirus* captured along the Brazilian coast, mainly in the North and Northeast regions, are: lobster red - *Panulirus argus* (Latreille, 1804), lobster green – *P. laevicauda* (Latreille, 1817) and lobster painted – *P. echinatus* (Smith, 1869) (Paiva, 1997; Fonteles-Filho, 2000).

Lobster fishery in Brazil began in the mid-1950s, and, in the 1980s, Brazil has become the second largest lobster producer in the world. This activity has faced problems in recent decades and, although there is a regulatory management, many people fail to comply with these regulations (Phillips and Melville-Smith, 2006; Phillips *et al*., 2013a).

Brazil has always been among the world's largest producers of spiny lobsters. In 1991, Brazil attained its highest production with 11,059 t, what amounted to 14.3% of world production, reaching the second place among top producers. In the data published by FAO in 2014 related to the year 2012, however, the production achieved in Brazil was 7,386 t, showing a decrease of 33.2% from its higher production, representing around 8.8% of world production, which was 84,402 t. Brazil currently ranks fourth, behind Indonesia which produced 13,549 t, Bahamas 12,051 t, and Australia with 9,195 t (FAO, 2014).

Despite being one of the world´s largest producers of lobster, and to have achieved stability of its production in recent years, Brazil is going through management problems in lobster fishing, which results in difficulties, mainly in artisanal fisheries. The cause of the decline and fluctuation in spiny lobster production in producing countries is mainly overexploitation of stocks, due to the management of these be done an unsustainable way. Nowadays, the sustainability of the lobster exploration requires great attention, since it is a commercial high value resource, and lesser supply than demand in many regions/markets (Phillips and Melville-Smith, 2006).

Over the past 10 years, the management of resources is based on the ecosystem in which they are inserted, which is wider than just focusing on a single species. Marine

ecosystems are considered complex with a dynamic interaction of animals, plants, and microorganisms, and the factors abiotic associated, as water, air, and the sediment, interacting as a functional unit (Phillips *et al*., 2013b).

The exploitation of fishery resources in Brazil took place in a disorderly way, and, currently, it is in stage of overexploitation, with striking socioeconomic and environmental consequences. This fact is more evident in lobster fishing activity in several communities along the Northeastern coast. In Brazil, lobster fishery is difficult to achieve sustainability in long-term because of low inventory replenishment, combined with high rates of exploitation and lack of proper management. There is no future perspective of this activity, if the current situation is maintained (Phillips *et al*., 2013a).

The municipality of Icapuí (4°42'55.66"S, 37°21'13.46"W), located in Ceará state, 202 km from capital Fortaleza, has a population of 18,392 people (Brasil, 2014a) and a Gross Domestic Product (GDP) of R$ 194,011.00 (about US$ 82.432,60), and almost 40% (R$ 73,998.00; about US$ 31.443,02) is derived from primary sector activities, such as fishing (Brasil, 2014b). The community of Ponta Grossa (4°37'47.12"S, 37°30'16.10"W), located in Icapuí (Figure 1), has as its main source of income the lobster fishing of the species *P. argus* and *P. laevicauda*, and it is being severely hampered by scarcity of this resource. It comprises about 250 residents, around 1.5% of the population of Icapuí, among which 54 were lobster fishermen. Today, with the reduction of production in lobster fishing, the population seeks other activities for complementary the income, such as farming, beekeeping, trade, and tourism.
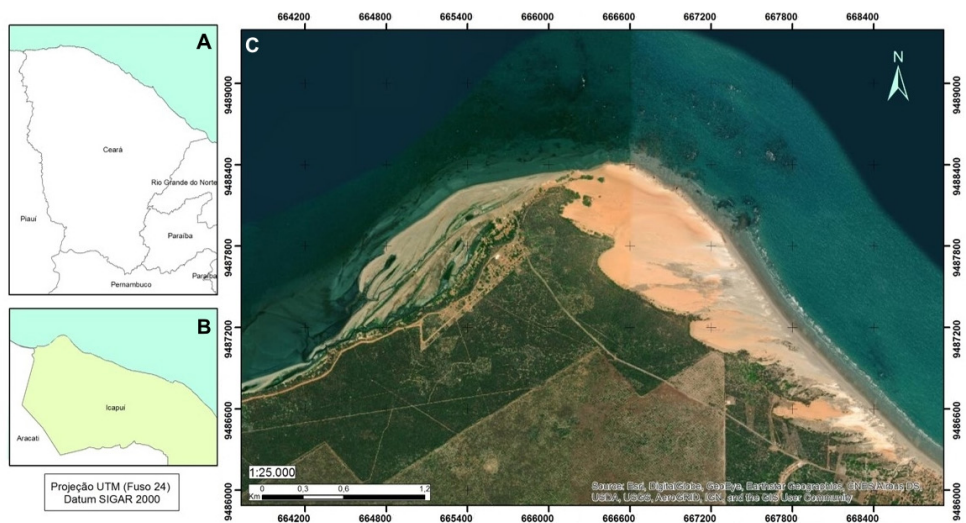
Figure 1. Map of study area. (A) Ceará state. (B) Municipality of Icapuí; (C) Community of Ponta Grossa.

This paper analyzes the perception of fishermen about the problematic faced in lobster fishing in a community that typically lives off this activity, in the coast of Ceará State, in the village of Ponta Grossa. Thus, we will assess the answers of the fishermen participating in the lobster fishing activity in Ponta Grossa, Icapuí, Ceará, to characterize it and search for alternatives for sustainability of this activity. This community was chosen because it historically captured this resource since the beginning of its exploration in Brazil, keeping similar the characteristics in fishing mode and respect to the exploration and preservation of the lobster, over of all these decades of fishing.

2 | METHODOLOGY

Questionnaires involving aspects related to fishery, management applied in the resource conservation, and socioeconomic aspects were administered, *in loco*, in 70% of resident fishermen in Ponta Grossa, Icapuí, Ceará. The research was conducted in the last week of fishery interruption, near the beginning of the fishing season, when the fishermen are on the beach, preparing boats and traps for start of fishing activity. It is emphasized that the research sought to interview the fishermen which survive of fishery activity, i.e., that have lobster fishing and activities related to fishing as the main source of income.

According to Resolution N° 510/2016 of the National Health Council (Brasil, 2016), on section 1, subsection VII, research aimed at the deepening of the theory related to situations arising from professional practice, provided they do not reveal data that can identify the subject, are ethically acceptable, and therefore must not be evaluated by the Research Ethics Committee. However, the consent of the participant is necessary, and thus was obtained as follows.

After identified as fisherman lobster, and invited to participate in the survey, it was reported to them that the data obtained would be treated as strictly confidential. And could refuse to answer any question, or end the interview at any time. If the fisherman agreed to participate and understand the purpose of the study, it would be asked to sign and date the consent form. In addition, one copy of the consent form was signed by the responsible for the research, and given to each interviewee fisherman.

2.1 Fishery

About fishery the fishermen were asked the factors observed and related directly to the capture of the lobster, such as: time in which they fish, whether the fisherman performs another fishery activity beyond lobster fishing; whether the fisherman think the amount of captured lobster is decreasing; how many days the fisherman spends at sea to conduct fishing (lobster); whether the fisherman is the owner of the boat; what kind of boat he uses - number of fishermen it carries, type of propulsion, and storage medium for the lobsters caught (ice); whether the fisherman uses another fishing trap (lobster) beyond the allowed

(eco-friendly); whether the fisherman sees other fishermen fishing illegally; whether he captures lobster illegally; and, finally, whether he is knowledgeable about the closed season.

2.2 Management applied in the resource conservation

Regarding the management, there were questions related to management of fishery, involving aspects that influence directly and indirectly lobster fishing, and the fisherman's opinion with respect to this, such as: what is the purpose of the closed season; whether he respects the closed season; whether the closed season helps to improve fishing; whether the closed season is done and determined at the right time; whether the fisherman knows which institution is responsible for managing (monitoring etc.) lobster fishing in Brazil; whether the fisherman already was inspected; whether the fisherman has witnessed the supervisory activity done with another fisherman; what the perspective of the fisherman for the lobster fishing in the coming years; whether think they should be listen when deciding questions about the lobster fishing; whether the fisherman would suggest some attitude to be taken for this improvement; and when receiving the insurance in the closed season the fisherman must perform some activity to help preserve the lobster.

2.3 Socioeconomic aspects

Regarding the socioeconomic aspects, there were questions related to the income obtained in fishery, feature of family of the fisherman, and perspective of future for your family in the lobster fishing, such as: origin of the main income of the fisherman; what activity the fisherman does to supplement the income during the closed season; whether the fisherman is associated with a trade union; whether the fisherman receives insurance in the closed season; what the income of the fisherman during the closed season and the permission period of the lobster fishing; whether the father of fisherman was or is a fisherman; marital status; and advises their children to work in lobster fishing.

3 | RESULTS

As previously mentioned, Ponta Grossa is a community essentially composed of lobster fishermen, and all people involved in this activity are male. In the identification of the fishermen, early stage of the questionnaire, 86.8% reported having no other profession, i.e., they work exclusively in fishery, the others 13.2% mentioned, claim having other profession, such as craftsman, bricklayer, electrician, maid at a inn, and carpentry.

Most of the fishermen interviewed (78.9%) were born in the village of Ponta Grossa. Analyzing the 21.1% remaining portion, the majority, 75% were born in Aracati, in Ceara State, a city near Icapuí distant of 55.1 km. The remaining 25% were born in Retiro Grande and Redonda, coastal villages neighboring Ponta Grossa, 4.2 km and 4.4 km respectively and also belonging to the municipality of Icapuí, in Ceara State.

3.1 Fishery

The fishermen were initially questioned about how long time they work in the lobster fishing. 36.8% answered that they have been doing lobster catch activity for a period of time ranging from 10 to 19 years, followed by those which have been doing it for a period of time from 20 to 29 years, which represent 21.1%, and 15.8% of the fishermen have been doing it for a period of time between 30 to 39 years. The fraction with lower representation are those that include the fishermen who fishing there more time, 40 years or more, and less time of 0 to 9 years. Around 18.4% of fishermen, fishing for 40 years or more, and consist mostly of fishermen already retired, but remain in activity to supplement income. What becomes curious, and shows the growing discouragement for to work in the activity. Because these represent double the fishermen that are in the activity there less time, in the range of 0 to 9 years, who are the younger ones, representing only 7.9%, the lowest portion of fishermen.

Regarding the performance of other activities, in addition to lobster fishing, 84.2% responded positively. The most of them mentioned the additional activity was the capture of only fish, 93.8%, with Pescada, *Cynoscion* spp. (Sciaenidae, Perciformes) and robalo or snook, *Centropomus* spp. (Centropomidae, Perciformes) being the most commonly caught. While 6.2% said capture both shrimp and fish, in addition the lobster.

Activities like these are undertaken as subsistence fishing, i.e., fishing that is consumed mainly by the family of the fisherman. The fishermen who fish to supplement income are the ones that also capture the shrimp or higher value fish, which occurs sporadically. The price of the fish and shrimp is influenced by the size and appearance (fresh seafood). The most common destinations for trade are restaurants located near the beach in the community or to middlemen.

Regarding the situation of fishing, 92.1% of interviewee said that the amount of lobster captured by them is decreasing. The main reasons cited for this decline are: fishing with scuba diving, use of illegal trap, fishing in closed season, capture of lobster of restricted size, lack or inadequate control by authorities, excessive number fishermen in the activity, among others.

Fishing held in the community of Ponta Grossa is mainly of come and go (output and returns diary), that is, 78.9% of the fishermen spend only one day at sea. This option is mainly due to low production and the type of boat most commonly used in the community, which is boat sailing. When only boats motorized are considered, time spent at sea increases to up to 15 days. Only 68.4% the fishermen fish during the 6 months of permission. The lowest fishing period mentioned by them was one and a half months. This is due to low production of lobsters early in the season.

As regards the characteristics of the boat used, 65.8% are not the owner of the fishing boat. These boats have the capacity between 2 and 5 fishermen when not powered, and between 4 and 5 when motorized, and have sizes ranging from 5 to 8 meters when non-

motorized and 8 to 10 meters when powered. The great majority, 78.9%, fishing in sailing boats, and, this total 83.3% do not lead ice, and nor has otherwise for conserve the fresh lobster. The fishermen who own boat total 34.2%. Of these, only 15.4% have motorized boats, equivalent to 5.3% of all respondents. It is observed that the fishing made in one day is performed not only because of low production.

Relative to fishing tackle used, 100% say they only use allowed traps for lobster fishing. Of these, 81.6% said they saw other fishermen fishing irregularly, as follows: 64.5% observed other fishermen fishing only with scuba diving; 25.8% with scuba diving and also fishing net; 6.5% fishing only with fishing net; and 3.2% they said see other fishermen fishing during the closed season. All fishermen interviewed reported having knowledge of the closed season.

3.2 Management applied in the resource conservation

As for the management in the activity, when they were asked whether or not they knew the purpose of the closed season, 100% of the fishermen said yes, and, for them, the reason for the establishment of the closed season was growth, reproduction and lobster preservation. The same 100% said obey the closed season, and of these only 65.8% said that it is being determined in the right time, but 92.1% believe that the closed season can improve the fishing.

For fishermen that do not agree with the current closed season, many suggest its increase, and even to stop fishing for more than a year.

With regard to fishing management, 97.4% claim to know which government agency is responsible for its management. When it comes to oversight, 71.0% said they already have been inspected. Of those who said they were inspected, 88.9% said that this happened at sea, 7.4% on the beach (on landing), and 3.7% in both environments. When they were asked if observed another fisherman be approached by a fiscalization, 76.3% said yes. Of these, 79.3% said that the inspection was done at sea, 6.9% on the beach, and 13.8% at the beach and sea.

Only 44.7% of the interviewee think that fishing will improve, and that predatory fishing is the main reason for the lack of improvement due to reasons already previously mentioned by the fishermen, and again cited, such as: as lack of inspection, irregular fishing, and increasing the number of fishermen, reasons related to the management of the activity.

Regarding the participation of fishermen in decision-making on fisheries management, 100% think they should participate. However, when asked whether they would like to suggest a way of improving fishing, 92.1% said yes, being suggested by almost all of them increased enforcement.

When they were asked whether they should perform some activity to help preserve the lobster while they are getting insurance because of the closed period, 84.2% said yes. The activities most frequently cited by them were: to help the government supervise the fishing and to respect the closed season.

3.3 Socioeconomic aspects

With respect to the socioeconomic characteristics of the community, 89.5% of fishermen claim that their main income comes from lobster fishing. Most fishermen, 55.3%, said they perform another activity to complete their income during the closed season, being fishery of fish the activity most frequently cited.

The government management agency does not allow that any type of fishing or activity that brings some kind of income to be done during the closed period. This is due to the receipt of insurance, which is exclusively for those people who are exclusively fishermen of lobster. It is a wrong attitude, when it prohibits another fishery kind, even proven to be subsistence. Because even during the lobster fishing season, as stated earlier, 84.2% of fishermen perform another fishery activity because of low production. This fishing activity aims at improving their quality of life through better nutrition in most cases, as well as increasing the income in some families.

Out of the interviewee that are working and are not retired, 100% are unionized, and 94.1% receive insurance in the closed season. The remaining 5.9% have some pending issue related to the syndicate, but currently in legalization process.

Out of the fishermen that are actively employed, 76.5% reported having less income in the fishing season than in the closed season. In the closed season they received R$ 724.00 (US$ 307.64), which is the minimum wage in Brazil. The declared monthly income during the fishing season varied between R$ 100.00 to R$ 1,017.00 (US$ 42.49 to 432,14, respectively), with 41.2% earning less than half of the minimum wage.

Over the years, fishing has always been the main community activity, 89.5% of interviewees, the father was a fisherman. Out of the remaining 10.5%, 7.9% are children of farmer and 2.6% beekeepers.

Regarding family composition, 81.6% are married and 76.3% have children, and the number of children per fisherman varies from 1 to 14. 21.0% of the fishermen that have children, have only one, 26.3% have two, 7.9% have three, and 5.3% have four, five or six children. The remaining 5.2% have from seven to fourteen children, with 2.6% for each.

Although the vast majority of fishermen are son of fisherman, 100% of those who have children said they would not advise their son to be lobster fisherman. According to them, “fishing has no future”, and they prefer that their son goes school and college, so that he can have a better life, since it is difficult to study and participate in lobster fishery simultaneously.

4 | DISCUSSION

Until the 1990s, lobster fishery in Brazil had a large fishing area available, with part of it being poorly explored. The government, then, encouraged the deployment of a fishing fleet to offset the decline of fishing in areas near the shore. So reduced the taxes as a form

of subsidy due to the increase in operating costs due the fishing be performed farther of the shore (Fonteles-Filho, 2000).

However, this increase in the fleet was not accompanied by research studies that aimed at determining environmental carrying capacity, that is, there was no concern about the sustainability of the resource. According to Holland (2011), understanding the relationship between the effort and the catch is important in the exploration of many species. This is due not only to social and economic planning, but, because many fisheries are managed indirectly, controlling of the effort, instead of to control the amount captured. This because the economic performance and fishing sustainability depend on the definition of the level of effort.

After the encouragement given by the Brazilian government for catching lobsters, there was a lack of control that led to an excess of issued of licenses, which had to be controlled afterwards. According to Bodiguel (2002), control the release of licenses should also be seen as a social factor as well as of environmental protection, i.e., that produces sustainable development.

According to Bodiguel (op. cit), during the 1990s in Canada, the purchase of licenses for lobster processing units, fishing companies or individual fishermen, increased significantly. This was causing transferring for companies the fishing control, what worried the fishermen, immediately. So, the government established individual transferable quotas, which led to a major reduction in the concentration of the fleet in the control of companies, doing the lobster fishery the last open lucrative fishing for autonomous fisherman.

When the relationship between granted licenses and the catch is not well understood or influenced by unregulated decisions, the management of nominal fishing effort can be an ineffective way of achieving the objectives established in economic or biological terms. In such cases, individual quotas or for cooperatives may be the better solution (Holland, 2011).

According to Phillips and Melville-Smith (2006), lobster fishery in Brazil was in serious risk of collapse because of overfishing and inadequate management measures to protect the stocks. Among them, it is worth mentioning the suspension of the prohibition of capture of ovigerous females in 1986 and the use of gillnets in 1992. The use of gillnets was permitted and prohibited several times along the years until 2006, when it was determined by IBAMA, through Normative Instruction 138/2006, starting from January 1st 2007, that the species of lobster *P. argus* and *P. laevicauda* could only be captured with the use of eco-friendly traps, prohibiting definitely fishing with gillnets (Brasil, 2006; 2008).

In the 2000s, according to Phillips *et al*. (2013a), with the expected decline of the production, in personal communication from R. Schärer in 2007, the legal fishing effort in Brazil was reduced, taking an attitude contrary to the given incentive in the previous decade. This reduction was to achieve a maximum theoretical effort of 40 million traps per year. However, the lack of oversight led to an increase in fishing with gillnets and scuba

diving. There was also an increase in the closed season introduced in 2009, from four to six months. Seeking help protect ovigerous lobsters that can be caught legally in the period of fishing, because there is no prohibition for their capture in legislation.

Regarding the capture of ovigerous females, countries such as Australia, New Zealand and Cuba, major producers of spiny lobsters, and others with lower production, prohibiting fishing these individuals (Brasil, 2008).

Cavalcante *et al*. (2011) reported that two resolutions performed by fishing managers of the Brazilian government made it difficult to the sustainability of the lobster fishery. The first regarding the protection of the ovigerous females, which in the early of the resolutions was always present, and, in recent years, this measure it was not observed. In the second resolution, the fishing with gillnet was authorized, even though to be harmful for the environment; already in the 1970s was allowed your use several times over the last years, until his last and perhaps definitive prohibition, in 2007. The management of fishing activity of many countries is aimed to protect and support their marine fishing resources, leading to the sustainability of their industry in present and future. The complexity this management may depend on the length of coastline and diversity of the resources. Countries with extensive coastlines tend to have more problems than the countries with shorter ones (Khan, 2006).

Therefore, managing the sustainability of fishing is a dynamic process. While some future questions concerning some species of lobster are more easily identified, it is inevitable that unforeseen issues may arise. The challenge for researchers, managers and the industry will be to identify these issues as potential problems ahead of time and to have the means and ability to deal with these situations to correct them (Phillips *et al*., 2013a).

In addition, fishing industry is not immune to the large variation of the interaction of natural factors and pressure brought about by globalization. Helped by technological advances, globalization has resulted in an increase in exploration and value of exploited products. The emergence of environmental and social standards is necessary to ensure the survival of the species caught, and higher resilience of ecosystems and development of codes to the practice of responsible fishing (Phillips *et al*., 2013b).

According to Ivo *et al*. (2013), the production chain of the lobster depends directly on the biological stability of its stocks and the difficulty to control the exploitation of this resource in Brazil is strongly related to two basic aspects: (1) Large extent of the fishing area; and (2) Diversity of traps and capture methods used, despite the permissions limitations in legislation.

For Muñoz-Nuñez (2009), regarding the sustainability of lobster fishing in Cuba, the local Ministry of Fishery considers the development of aquaculture as the main and the fastest possible solution for increasing fishery production. Jeffs and Davis (2003) corroborate this statement, and comment that aquaculture, in low density, of lobsters caught in the environment in the juvenile stage has great potential until the cultivation techniques in the laboratory, to the larval stage, are effectively developed for species, of the genus *Panulirus*.

Similarly, Kittaka and Booth (2000) and Miller *et al*. (2010) said that a possible solution to the problem of sustainability in the fishing would be aquaculture, with the capture of pueruli and pre-juveniles, for rearing in captivity, which near the commercial size would be returned to the environment in protected areas, so as to reproduce in the natural environment. Butler and Hermkind (2000) states that this solution shows sustainability because studies estimate mortalities in nektonic stage (pueruli) exceed 90% in the environment, which are mainly due to predation.

Over the last 15-20 years, we have seen an increase in named sustainable fishery management. Initially, this expression was primarily directed to the management of fishery resources, and gradually to the ecology of these resources. This management includes economic and social aspects of fishing, but, in most cases, without real objectives. This is gradually changing and the management of lobster fishery is increasingly related to the all these aspects, which are now needed for a successful management in a modern world (Phillips *et al*. 2013a).

In conclusion, one should seek greater participation of fishermen in the decisions taken in the management, so that they also feel responsible for steps crucial to fate of activity, since many fishermen state that there is a failure to comply with the rules during the inspection procedures by government inspectors, which confiscate and destroy their traps, and some agents require which the seized material be launched in the sea, which is completely against any environmental conservation program. A partnership between fishery managers and fishermen should be done, i.e., a shared management with a real interest on all parts, so that there is an improvement in activity, punishing those who do not comply with the law, but everyone, not just some, as stated by fishermen themselves.

A few decades ago, the period of lower income of fisherman was in the closed season. Currently, some people, especially fishermen, desire to extend the closed season aiming at the improvement of fishing, and, consequently, of their income. Since the actions taken in this direction, seeking a balance in production and stabilization of the income of fishermen, had no effect. This is demonstrated in the lack of desire for their sons be lobster fishermen, showing that the production of lobster tends to stay in the control of the fishing companies, and removing the artisanal fisherman of the activity.

In many countries, activities such as aquaculture are included in the sustainability of fishing of various organisms, including lobster. In Brazil, lobsters could be cultivated from the nektonic stage (puerulus), which has low survival in the environment, by fishermen at sea, supervised by government research agencies such as Universities. A percentage of these animals, set by the government, when already near the market size, would be released in permanent preservation areas in the sea, where no fishing activity would be allowed. The remainder would be sold by fishermen in the market size, with certification that originates from sustainable aquaculture.

REFERENCES

Bodiguel C. 2002. Fishermen facing the commercial lobster fishery licensing policy in the Canadian Maritime Provinces: origins of illegal strategies, 1960-2000. **Marine Policy**, 26, p. 271-281.

Brasil. 2006. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. **Instrução Normativa nº138 de 6 de dezembro de 2006**. Retrieved from: http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0138-061206.PDF. Accessed in: 31/05/2016.

Brasil. 2008. **Plano de gestão para o uso sustentável de lagostas no Brasil: *Panulirus argus* (Latreille, 1817) e *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1804)**. IBAMA - Centro Nacional de Informação Ambiental - CNIA, Brasília, 121 pp.

Brasil. 2014a. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**. Retrieved from: http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=230535&search=cearalicapui. Censo de demográfico de 2010. Accessed in: 31/05/2017.

Brasil. 2014b. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**. Retrieved from: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=230535&idtema=125&search=cearalicapuilproduto-interno-bruto-dos-municipios-2011. Accessed in: 31/05/2017.

Brasil. 2016. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução no 510, de 7 de abril de 2016. Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf. Acessed in: 09/07/2020.

Butler MJ and Herrnkind WF. 2000. Puerulus and juvenile ecology. In: B.F. Phillips and J. Kittaka (Eds) **Spiny lobsters: fisheries and culture**, Oxford: Blackwell Publishing: Fishing News Books, p. 276-301.

Cavalcante PPL, Furtado-Neto MAA, Costa JM and Neves SS. 2011. Discussão: sucessos e frustrações. In: PPL Cavalcante, MAA Furtado-Neto, JM Costa and SS Neves (Eds). **Ordenamento da pesca da lagosta: uma experiência desordenada**, Ministério da Pesca e Aquicultura, Universidade Federal do Ceará, p. 45-62.

FAO. 2014. **Programa Estatístico FishStatJ**. Retrieved from: http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en, Roma: Database 1950-2012, 2014. Access in: 31/05/2017.

Fonteles-Filho AA. 2000. The state of the lobster fishery in north-east Brazil. In: B.F. Phillips and J. Kittaka (Eds). **Spiny lobster: fisheries and culture**, Oxford: Blackwell Science: Fishing News Books, p. 121-134.

Holland DS. 2011. Planning for changing productivity and catchability in the Maine lobster fishery. **Journal of Fisheries Research**, 110, p. 47–58.

Ivo CTC, Fonteles-Filho AA, Silva AC and Vieira RHSF. 2013. Composição dos estoques. In: CTC Ivo, AA Fonteles-Filho, AC Silva, RHSF Vieira (Eds). **Cadeia produtiva da lagosta nas regiões Norte e Nordeste do Brasil**, RDS Editora, p. 121-142.

Jeffs A and Davis M. 2003. An assessment of the aquaculture potential of the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus.* In: **Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute**. v. 54, 2003, p. 413-426.

Kittaka J and Booth JD. 2000. Prospectus for aquaculture. In: BF Phillips and J Kittaka (Eds). **Spiny lobsters: fisheries and culture**, Oxford: Blackwell Publishing - Fishing News Books, p. 465-473.

Khan SA. 2006. Fishery management objectives and strategies. In: S.A. Khan. **Management of spiny lobster fishery resources**. National Biodiversity Authority.

Lipcius RN and Eggleston DB. 2000. Ecology and fishery biology of spiny lobsters. In: BF Phillips and J Kittaka (Eds). **Spiny lobsters: fisheries and culture**, Oxford: Blackwell Publishing - Fishing News Books, p. 1-41.

Miller CL, Ohs, CL and Creswell RL. 2007. **Candidate Species for Florida Aquaculture: Caribbean Spiny Lobster, *Panulirus argus***. University of Florida: IFAS Extension, 2010. Retrieved from: http://www.thefishsite.com/articles/355/candidate-species-for-aquaculture-caribbean-spiny-lobster-ipanulirus-argus-i/. Acessed in: 31/05/2017.

Muñoz-Nuñez D. 2009. **The Caribbean spiny lobster fishery in Cuba: An approach to sustainable fishery management.** Masters of Environmental Management. Nicholas School of the Environment of Duke University. Durhan, North Carolina, 97pp.

Paiva MP. 1977. **Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil**. Fortaleza, EUFC.

Phillips BF and Melville-Smith R. 2006. *Panulirus* species. In: BF Phillips (Eds) **Lobsters: biology, management, aquaculture and fisheries**, Oxford: Blackwell Publishing, p. 359-384.

Phillips BF, Melville-Smith R, Kay MC and Vega-Velázquez A. 2013a. *Panulirus* species. In: B.F. Phillips (Eds) **Lobsters: biology, management, aquaculture and fisheries**, Oxford: Blackwell Publishing, p. 289-326.

Phillips BF, Wahle RA and Ward TJ. 2013b. Lobsters as part of Marine Ecosystems - A Review. In: BF Phillips (Eds) **Lobsters: biology, management, aquaculture and fisheries**, Oxford: Blackwell Publishing, p. 1-35.

SOBRE A ORGANIZADORA

MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA - Mestra em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro Brasileira - UNILAB, ex-bolsista de pesquisa CAPES e integrante do grupo GEPEMA/UNILAB. Especialista na área de Gestão Financeira, Controladoria e Auditoria pelo Centro Universitário Católica de Quixadá - UniCatólica (2016). Tecnóloga em Agronegócio pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE (2014). Foi estagiária no escritório Regional do SEBRAE-Quixadá/CE entre os anos de 2012 a 2014. Atuou como bolsista técnica e voluntária de pesquisas durante a graduação em Agronegócios. Tem experiência nas áreas de ciências ambientais, ciências agrárias, ciências sociais e recursos naturais com ênfase em gestão do agronegócio, desenvolvimento rural, contabilidade de custos, políticas públicas hídricas, tecnologias sociais, sociobiodiversidade e educação ambiental. Além disso, faz parte da Comissão Técnica-Científica da Editora Atena. Possui publicações interdisciplinares envolvendo tecnologias sociais para o campo, cultura, ensino-aprendizagem, contabilidade rural, poluição e legislação ambiental.

ÍNDICE REMISSIVO

U

V

Interfaces entre **Desenvolvimento**, **Meio Ambiente** e **Sustentabilidade** 2

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2021

Interfaces entre **Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade** 2

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2021